

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**FAUNA BUHAČA NA DUHANU NA PODRUČJU
VIROVITIČKO-PODRAVSKE ŽUPANIJE I
MOGUĆNOSTI SUZBIJANJA**

DIPLOMSKI RAD

Tea Arvaj

Zagreb, rujan, 2018.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Fitomedicina

**FAUNA BUHAČA NA DUHANU NA PODRUČJU
VIROVITIČKO-PODRAVSKE ŽUPANIJE I
MOGUĆNOSTI SUZBIJANJA**

DIPLOMSKI RAD

Tea Arvaj

Mentor: doc. dr. sc. Maja Čačija

Zagreb, rujan, 2018.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Tea Arvaj**, JMBAG 0053206362, rođena dana 18.10.1992. u Virovitici, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

**FAUNA BUHAČA NA DUHANU NA PODRUČJU VIROVITIČKO-PODRAVSKE
ŽUPANIJE I MOGUĆNOSTI SUZBIJANJA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana 4. rujna 2018.

Potpis studentice

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE
O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA**

Diplomski rad studentice **Tea Arvaj**, JMBAG 0053206362, naslova

**FAUNA BUHAČA NA DUHANU NA PODRUČJU VIROVITIČKO-PODRAVSKE
ŽUPANIJE I MOGUĆNOSTI SUZBIJANJA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana _____ .

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc. dr. sc. Maja Čačija mentor

2. prof. dr. sc. Renata Bažok član

3. prof. dr. sc. Jasminka Butorac član

Zahvala

Prvo zahvaljujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Maji Čačija koja je svojim znanstvenim i stručnim savjetima oblikovala ideju i pomogla mi u izradi ovoga diplomskog rada.

Zahvalu upućujem i Zavodu za zaštitu bilja na ustupljenom laboratoriju i podacima korištenima pri izradi diplomskog rada. Želim se zahvaliti i svim djelatnicima Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, posebice voditeljici diplomskog studija Fitomedicine, prof.dr.sc. Renati Bažok, koja je svojim predanim radom bila jedna od motiva za upis i završetak navedenog diplomskog studija. Hvala najboljoj kolegici ali i prijateljici Željani na pomoći oko determinacije buhača.

Također se želim zahvaliti svojim roditeljima i bratu na prenesenim moralnim i etičkim vrijednostima prema ljudima i poslu, te svojoj super baki Nevenki koja je oduvijek poticala moju znatiželju za čitanjem i koja je moj najveći uzor, navijač i motivacija u svemu što radim. Hvala teti Ivani i tetku Josipu na podršci i troje mališana koji uljepšavaju moj život.

Hvala svim kolegama i studentima s invaliditetom s kojima sam radila kroz cijeli period studiranja posebice Nevenu, Ani i Mirni koji su uvijek bili tu za mene .

Hvala Katarini i Nikolini, mojim najboljim prijateljicama za koje je malo reći da ih volim kao sestre i kojima neizmjereno zahvaljujem na iskrenom prijateljstvu. Hvala na svemu mojoj najdražoj cimerici Kseniji i njejoj obitelji.

Profesorima koji su me pratili kroz osnovno i srednjoškolsko obrazovanje: Slavici Bolić, Vandi Barić, Saši Cabuncu, Vesni Mađerčić, Snježani Božićko, Nadici Bolić, Zdravku Samcu, Suzani Đebro, Anici Car Marković i Branku Svobodi također želim zahvaliti za nesebičan i velik trud koji su posvetili prema svom životnom pozivu čime su me motivirali za učenjem ali prije svega za beskrajnom težnjom za promjenama.

I na kraju želim se zahvaliti svim dragim prijateljima i kolegama koji su mi neizmjerena podrška i veselje.

Sadržaj

| | |
|---|-----------|
| 1. Uvod..... | 1 |
| 1.1. Cilj rada..... | 2 |
| 2. Pregled literature..... | 3 |
| 2.1. Duhan | 3 |
| 2.2. Štetnici duhana i mogućnost suzbijanja | 7 |
| 2.2.1. Duhanov buhač..... | 7 |
| 2.2.2. Karantenske vrste buhača..... | 9 |
| 2.3. Biljna karantena | 11 |
| 2.3.1. Sustav biljne karantene u EU i RH | 12 |
| 2.4. Botanički insekticidi..... | 14 |
| 2.4.1. Azadiraktin..... | 15 |
| 2.5. Gnojiva kao ojačivači biljaka..... | 16 |
| 3. Materijal i metode | 17 |
| 3.1. Postavljanje poljskog pokusa | 17 |
| 3.2. Utvrđivanje šteta i faunističkog sastava buhača..... | 17 |
| 3.3. Utvrđivanje učinkovitosti insekticida i organskog gnojiva..... | 21 |
| 4. Rezultati istraživanja | 23 |
| 4.1. Faunistički sastav | 23 |
| 4.2. Štete..... | 24 |
| 4.3. Učinkovitost insekticida..... | 25 |
| 5. Rasprava | 27 |
| 6. Zaključci..... | 30 |
| 7. Popis literature | 31 |
| 8. Životopis | 38 |

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Tea Arvaj** naslova

FAUNA BUHAČA NA DUHANU NA PODRUČJU VIROVITIČKO-PODRAVSKE ŽUPANIJE I MOGUĆNOSTI SUZBIJANJA

Duhan je najrasprostranjeniji komercijalno neprehrambeni usjev na svijetu. Proizvodnja duhana u Hrvatskoj još uvijek je vrlo profitabilna gospodarska djelatnost, čiju proizvodnju mogu ugroziti štetnici. Duhanov buhač (*Epitrix hirtipennis* (Melsheimer, 1847)) predstavlja jednog od najznačajnijih štetnika duhana koji izgrizanjem lišća smanjuje prinos. Cilj rada bio je utvrditi faunu, intenzitet napada i štete od buhača na hibridima duhana DH 17 i DH 27 na području Virovitičko-podravске županije te istražiti učinkovitost botaničkog insekticida, organskog gnojiva i kemijskog insekticida na utvrđenu najučestaliju vrstu buhača. U 2016. g. na dva lokaliteta u Virovitičko-podravskoj županiji prikupljeni su tjedno od sredine kolovoza do početka listopada buhači. Na istim lokacijama u istom periodu očitavane su tjedno i štete od buhača na 40 listova svakog od hibrida duhana DH 17 i DH 27. U laboratorijskom pokusu istražena je učinkovitost botaničkog insekticida azadiraktina, organskog dušičnog gnojiva i kemijskog insekticida klorantraniliprola na odrasle jedinke duhanovog buhača, skupljene u istoj županiji. Varijante su primijenjene umakanjem listova prema metodi IRAC No7, u četiri ponavljanja. Pokus je očitavan svakih 24 sata tijekom četiri dana. Broj mrtvih buhača na insekticidu i kontroli korišten je za izračun učinkovitosti po formuli Schneider–Orelli. Morfološkom determinacijom buhača sakupljenih u polju utvrđeno je da se radilo o vrsti *Epitrix hirtipennis*, duhanovom buhaču. Pregledom listova duhana utvrđene su značajno veće štete od buhača na hibridu DH 17 (94 %) u odnosu na DH 27 (65 %). Rezultati utvrđivanja učinkovitosti insekticida pokazali su da, iako razlike između varijanti nisu bile značajne, najbolju učinkovitost na buhače postigao je botanički insekticid azadiraktin (92 %). Učinkovitost je bila jednaka onoj koju je polučio kemijski insekticid klorantraniliprol. Učinkovitost organskog gnojiva bila je slabija (60 %), što ne možemo smatrati zadovoljavajućim u suzbijanju duhanovog buhača. Istraživanje je pokazalo da bi se azadiraktin, zbog povoljnih ekotoksikoloških karakteristika, mogao koristiti kao alternativa kemijskim insekticidima ili u kombinaciji s drugim insekticidima u zaštiti duhana od duhanovog buhača.

Glavne riječi: azadiraktin, duhan, duhanov buhač, *Epitrix hirtipennis*, klorantraniliprol, organsko gnojivo, učinkovitost

Summary

Of the master's thesis – student **Tea Arvaj**, entitled

TOBACCO FLEA BEETLE FAUNA IN VIROVITICA-PODRAVINA COUNTY AND POSSIBILITIES OF CONTROL

Tobacco is the most widespread commercial non-feed crop in the world. Tobacco production in Croatia is still a very profitable economic activity, whose production can be endangered by the pests. The tobacco flea beetle (*Epitrix hirtipennis* (Melsheimer, 1847)) is one of the most significant tobacco pests which, by eating the leaves, reduce the yield. The aim of the study was to determine the fauna, the intensity of attack and the damage caused by the tobacco flea beetle on tobacco F1 two line hybrids DH 17 and DH 27 in the area of Virovitica-Podravina County, and to investigate the effectiveness of botanical insecticide, organic fertilizer and chemical insecticide on most common tobacco flea beetle species in the area. In 2016, on two sites in Virovitica-Podravina County adult tobacco flea beetles were collected weekly from mid-August to early October. At the same time, to assess the damages made by flea beetles, 40 leaves of both DH 17 and DH 27 hybrids were collected weekly. The efficacy of azadirachtin (botanical insecticide), organic nitrogen fertilizer and chlorantraniliprole (chemical insecticide) on adult tobacco flea beetles collected in the same county was investigated in a laboratory experiment. The variants were applied by treating the leaves according to the IRAC No7 method, in four replicates. The test was read every 24 hours for four days. The number of dead flea beetles on insecticide and control was used to calculate the efficacy by using the Schneider-Orelli formula. All collected flea beetles were morphologically identified as species *Epitrix hirtipennis*, the tobacco flea beetle. The results on leaf damage showed there were significantly higher damages on DH 17 hybrid (94%) compared to DH 27 (65%). The results of insecticide efficacy showed that, although differences between the variants were not significant, the best efficacy was achieved by the botanical insecticide azadirachtin (92%). The efficacy was the same as that of a chemical insecticide chlorantraniliprole. Organic fertilizer efficiency was lower (60%), which cannot be considered satisfactory in tobacco flea beetle control. Research has shown that azadirachtin, due to favorable ecotoxicological properties, could be used as an alternative to chemical insecticides or in combination with other insecticides in tobacco flea beetle management.

Keywords: azadirachtin, chlorantraniliprole, efficacy, *Epitrix hirtipennis*, organic fertilizer, tobacco, tobacco flea beetle

1. UVOD

Duhan (*Nicotiana tabacum* L.) se u Republici Hrvatskoj uzgaja na 4563 ha u sklopu obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava na području Podravine i Slavonije (DZS, 2018). Fizička i pravna osoba može proizvoditi duhan u listu samo na temelju pisanog ugovora o proizvodnji duhana s pravnom osobom koja je registrirana za obradu duhana u Ministarstvu poljoprivrede (NN, 1999). Ovlašteni otkupljivači i prerađivači duhana su Agroduhan d.o.o. i Hrvatski duhani d.d. Prerađenu duhansku sirovinu predaju tvrtki Tvornica duhana Rovinj (TDR) koja je najveći proizvođač cigareta u regiji Jugoistočne Europe i jedini domaći proizvođač u Hrvatskoj. Od 2015. godine je u vlasništvu British American Tobacco (BAT) (British American Tobacco, 2015).

U Hrvatskoj se uzgajaju dva tipa duhana, virginia i burley. Virginia je nositelj kvalitete i najviše se koristi u proizvodnji. Najveći financijski teret proizvodnje trenutno predstavlja radna snaga čiji nedostatak je glavni uzrok smanjenja broja proizvođača sa zabilježenih 1481 tijekom 2006. godine, dok je 2017. godine zabilježeno samo 946 proizvođača, od kojih je najveći broj bio u Virovitičko-podravskoj županiji (Ministarstvo poljoprivrede, 2018). Osim problema s radnom snagom, visoki troškovi proizvodnje, ponajviše troškovi sušenja duhana u sušarama, kao i niska otkupna cijena također su razlog sve većeg smanjivanja broja proizvođača duhana (Ranogajec, 2009).

U Hrvatskoj je 2017. godine zabilježena otkupna cijena duhana od 1,80 eura po kilogramu, dok je u Europskoj uniji ona veća i iznosi 2,42 eura po kilogramu. Proizvodnja duhana pripada u iznimno osjetljive sektore što se tiče državnih potpora, a isplaćena potpora u 2017. od 5,25 kuna po kilogramu proizvođačima uvelike pomaže u proizvodnji, plaćanju troškova radnika ili u tehnološkom unaprjeđenju (APPRRR, 2018).

Ekonomska analiza proizvodnje duhana na površini od 1 i 10 ha provedena 2015. na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima ukazuje da je proizvodnja duhana još uvijek vrlo profitabilna gospodarska djelatnost (Hrvatski duhani, 2013). Na temelju analiza ekonomskih pokazatelja u proizvodnji duhana koeficijent ekonomičnosti je veći od 1, što ukazuje da je proizvodnja ekonomična, odnosno da se proizvodnjom duhana ostvaruje veći prihod nego rashod. Rentabilnost proizvodnje na površini od 1 ha je 1,34 %, dok je na površini od 10 ha 14,64 %, što ukazuje na isplativost daljnjih ulaganja u proizvodnju duhana koji predstavlja važnu izveznu sirovinu za hrvatsko gospodarstvo (Karić, 2002).

Štetnici su uz nedostatak radne snage također jedan od problema proizvođača duhana. Veliki je broj štetnika koji napadaju flue-cured virginijski duhan kroz njegovu dugu vegetaciju od vremena sjetve do berbe koja iznosi oko 200-tinjak dana te također kroz period skladištenja. Za efektivno i ekološki prihvatljivo suzbijanje štetnika u procesu proizvodnje potrebno je implementirati sva načela integrirane zaštite bilja (Rabb i sur, 1976). Prvi korak u rješavanju svakog problema je pravovremena i precizna dijagnoza utemeljena na proučavanju biljke, uvjeta okoliša i svih drugih čimbenika vezanih za uzgoj (Semtner, 2008). Cilj zaštite bilja nije ubijanje kukaca već smanjenje štete, povećanje profita i zaštita okoliša kombinacijom mjera

integrirane proizvodnje koje štite zdravlje i smanjuju problem rezidua pesticida i drugih štetnih tvari (Burrack i Toennisson, 2018).

Duhanov buhač, *Epitrix hirtipennis* (Melsheimer, 1847) porijeklom je iz Srednje i Sjeverne Amerike, a u Europi prvi put je otkriven 1983. u Italiji. U Hrvatskoj je utvrđen tijekom 2012. na površinama Hrvatskih duhana P.C. Kutjevo te kod njihovih kooperanata. U polju je hvatan entomološkom mrežom, a u proizvodnji presadnica postavljene su žute ljepljive ploče kako bi se utvrdili kritični pragovi odluke za suzbijanje koji iznose 5 imaga/biljci rano u vegetaciji ili 5-10 % uništeno lisne mase (Raspudić i sur., 2015). Plan i program zaštite protiv navedenog štetnika nije dovoljno dobro istražen što zahtjeva brojne znanstvene pokuse u koja treba uklopiti postojeća znanja o biologiji štetnika i primjeni prirodnih neprijatelja te drugih biološki prihvatljivijih sredstava (Reay Jones, 2017).

1.1. Cilj rada

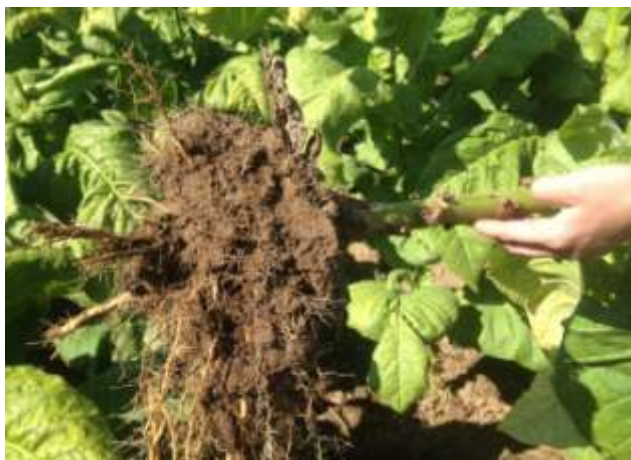
Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi faunu, intenzitet napada i štete od buhača na hibridima duhana DH 17 I DH 27 na području Virovitičko-podravske županije te istražiti učinkovitost botaničkog insekticida, organskog gnojiva i kemijskog insekticida na utvrđenu najučestaliju vrstu buhača.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Duhan

Duhan je jednogodišnja biljka iz porodice Solanaceae koja se od ostalih kultiviranih vrsta iz te porodice (krumpir, paprika, rajčica i dr.) razlikuje po tome što joj je vodeći alkaloid nikotin, po čemu je i cijeli rod dobio naziv *Nicotiana*. U rodu *Nicotiana* postoji oko 70 vrsta. Samo se dvije koriste u komercijalne svrhe: *Nicotiana rustica* i *Nicotiana tabacum*. Vrsta *Nicotiana tabacum* najpoznatija je i najraširenija vrsta (Burk i Heggstad, 1965). Potječe iz andskog dijela Južne Amerike. Uzgaja se u više od 120 zemalja na svih pet kontinenata, a ukupno se proizvodi više od 6 milijuna tona godišnje. Duhan je najrasprostranjeniji komercijalno neprehrambeni usjev na svijetu. Ekonomski najvažniji dio biljke predstavljaju listovi, a ne reproduktivni organi za razliku od brojnih drugih uzgajanih poljoprivrednih kultura (Gršić, 2011).

Korijen duhana je vretenast i rasprostire se u širinu do 1 m dubine tla (Slika 2.1.). Rastom se prvo formira glavni vretenast korijen, koji nakon presađivanja presadnica u polje puca, te iz njega izbija plitko postrano korijenje koje preuzima ulogu glavnog korijena. Ima osrednju moć upijanja vode i usvajanja hranjiva (Pospišil, 2013).



Slika 2.1. Korijen duhana 100 dana nakon sadnje

Snimila: T. Arvaj (2013)

Stabljika duhana je zeljasta i podijeljena na nodije i internodije (Slika 2.2.). Stabljika naraste, ovisno o tipu duhana, ekološkim uvjetima i intenzitetu agrotehnike između 0,5 i 3 m visoko. Visina stabljike se mjeri od baze do vrha procvjetale biljke (Bukovac, 1969). Nakon zalamanja cvata iz pazušca svakog lista, u kojima su smješteni cvjetni pupovi, izbijaju zaperci (Pinova, 2018).



Slika 2.2. Stabljika duhana 60 dana nakon sadnje

Snimila: T. Arvaj (2015)

Listovi su na stabljici duhana naizmjenično smješteni. Ovisno o tipu duhana i kultivaru, postoje različiti oblici plojke, vrha i baze listova, različite površine i nervature plojke, različite veličine listova, različite nijanse boje listova itd. List prema obliku može biti okrugao, eliptičan, ovalan, obrnuto ovalan i kopljast (Slika 2.3.). Za svaki tip duhana postoji najpovoljniji oblik (Poljoprivredni fakultet, 2015). Za virginijski tip duhana to je izduženi list sa odnosom dužine i širine 1,5:2,0 i naboranom površinom. Prema veličini listova postoje krupnolisni duhani (američki tipovi- dužina lista 25 - 70 cm) i sitnolisni duhani (orijentalni- dužina lista 15 - 20 cm). Na biljci se mjeri najdulji list, a odnos dužine i širine lista mjeri se na najvećem listu. Na stabljici duhana može se formirati 10 - 40 listova. Zbog različite kvalitete listovi su podijeljeni u insercije ili branja: podbir, nadpodbir, srednji listovi, podvršak i ovršak. Svaka se insercija sastoji od 2 - 4 lista. U krupnolisnih duhana najkvalitetniji su srednji listovi i podvršak (Butorac, 2009).



Slika 2.3. Plojka lista duhana

Izvor: <https://www.istockphoto.com/photo/tobacco-leaf-gm183757313-15416255>

Cvjetovi duhana mogu biti pojedinačni ili skupljeni u rastresitu cvat (grozdastu metlicu). Cvijet se sastoji od pet latica, pet lapova, pet prašnika i tučka (Slika 2.4.). Duhan je samooplodna kultura s vrlo malim postotkom stranooplodnje (Trueman, 2018). Cvatnja traje 50 - 90 dana (Hawks i Collins, 1994).



Slika 2.4. Cvat duhana

Izvor: <https://zoom50.wordpress.com/2011/04/04/tabacotobacconicotiana-tabacum/>

Plod duhana je tobolac koji sadrži 3000 - 3500 sjemenki (Slika 2.5.). Sjemenke su vrlo sitne, bubrežastog oblika. Masa 1000 sjemenki je 0,07 - 0,1 grama. Sjeme sadrži 36 - 40 % ulja. Kvalitetno i pravilno skladišteno sjeme zadržava klijavost 5 - 7 godina nakon berbe (Pospišil, 2013).



Slika 2.5. Sjeme duhana

Izvor: <https://gobotany.newenglandwild.org/species/nicotiana/tabacum/>

Duhan je proljetna kultura koja se sadi od početka do polovice svibnja. Najčešće se uzgaja u monokulturi zbog visoke isplativosti proizvodnje što dovodi do umornosti tla, povećanog broja štetnika i zaraza bolestima. Zbog toga se nakon berbe duhana prakticira sjetva grahorice ili stočnog graška sa žitaricama, ili sjetva raži, te se zelena masa zaore i na taj način popravljaju svojstva tla (Turšić, 1993). Nakon strnih žitarica i drugih ranih pretkultura izvodi se pliće oranje (oko 10 cm dubine), zatim ljetno oranje početkom kolovoza i duboko jesenje oranje (oko 30 - 35 cm dubine), a krajem zime drljanje te kultiviranje do sadnje duhana. Pred sadnju, sjetvospremačem se priprema tlo i prave gredice (oko 30 cm visoke) (Hrgović, 2005). Potrebno je gnojiti i s oko 500 - 1000 kg/ha mineralnih gnojiva u formulacijama NPK 7:14:21 i 5:20:30. Bolje je koristiti gnojiva u kojima je više dušika u amonijskom obliku. Za optimalnu gnojidbu za područje Podravine pri uzgoju duhana tipa virgina preporučuje se sljedeća količina hranjiva: 30 - 40 kg/ha N, 25 - 30 kg/ha P205 i 150 - 180 kg/ha K20 (Pospišil, 2013).

Na plantažama međuredni razmak iznosi 100 cm, a u redu oko 45 cm. Duhan se sadi dvorednim ili četverorednim sadilicama na dubinu od 7,5 - 16 cm. Suzbijaju se korovi kemijskim ili mehaničkim (okopavanje, kultiviranje, plijevljenje) putem. Kultiviranje se izvodi poslije kiše, kada se tlo dovoljno prosuši. Prvo kultiviranje izvodi se tjedan-dva nakon sadnje, a iduća kultivacija kada biljke porastu na oko 30 cm visine (Sentner, 2008). Obavlja se i otkidanje cvata i zaperaka jer troše hranjive tvari, koje treba usmjeriti u listove. List duhana bere se u tehničkoj zriobi. Listovi postupno dozrijevaju od baze prema vrhu stabljike. Tjedno dozrijevaju 2 - 3 lista, a berba obično traje oko 2 mjeseca i može se obavljati ručno ili strojevima (Slika 2.6.) (Hawks i Collins, 1994).



Slika 2.6. Strojna berba duhana (RA 632 model)

Izvor: <https://www.youtube.com/watch?v=nN-eOl4ySBQ>

2.2. Štetnici duhana i mogućnost suzbijanja

Zbog nedostatka poljoprivrednih površina (mala obiteljska gospodarstva) i isplativosti proizvodnje vrlo česta situacija u praksi je sadnja duhana u monokulturi, što naposljetku rezultira pojačanim napadom štetnika, odnosno dovodi do smanjenja prinosa i kvalitete lista duhana (Mackay i Crofton, 1996). U periodu uzgoja presadnica u plasteniku duhan najčešće mogu napasti duhanov resičar ili trips (*Thrips tabaci* Lind.) i breskvina zelena uš (*Myzus persicae* Sulz.) (Maceljski, 2002). Nakon presađivanja duhana u polje mogu se javiti zemljišni štetnici, žičnjaci, sovica pozemljuše i žuta kukuruzna sovica, a na nadzemnoj masi štetu mogu praviti lisne uši i stjenice (Ivezić, 2007). Postoje mnogi drugi štetnici koji napadaju duhan, ali jedan od najznačajnijih štetnika u zadnjih pet godina na duhanu je zabilježen duhanov buhač (*Epitrix hirtipennis* Melsheimer) uz lisne uši te stjenice (Reay-Jones, 2017).

Štete od stjenica se primjećuju kao bijele ili smeđe točkice koje kod jačeg napada mogu prekriti cijelu lisnu površinu. Mlade presadnice su najosjetljivije i od napada stjenica mogu biti potpuno uništene. Na mjestima napada nedostaje lisno zelenilo te zbog tog biljka vene i propada (Barić i Pajač, 2011). Breskvina zelena uš je najčešća lisna uš u našim agroekološkim uvjetima. Uglavnom naseljavaju mlađe lišće, ali kod jakog napada nalaze se na čitavoj biljci. Breskvina lisna uš ima zimskog i ljetnog domaćina na kojem pravi štete. Duhan spada u ljetnog domaćina, te se već u svibnju zna javiti prva pojava lisnih uši. Na duhanovom listu uši sišu sokove, što rezultira kovrčanjem lista ili nekrozom tkiva. Breskvina lisna uš pravi i indirektne štete prenošenjem virusa, a jedna od najopasnijih virusnih bolesti je crtičavost duhana (PVY) koja može potpuno uništiti duhan, te virus mozaika krastavaca (CMV) (Koppert, 2018). Na mednu rosu se naseljavaju gljive čađavice koje uzrokuju crnilo na listu i time se smanjuje prinos i kvaliteta lista duhana. Lisne uši mogu se suzbijati na zimskom domaćinu kada se suzbijaju zimska jaja uljnim organofosfornim insekticidima. Tijekom vegetacije preporučuje se koristiti sistemične insekticide koje treba izmjenjivati da ne bi došlo do rezistentnosti. Pojava lisnih uši prati se postavljanjem žutih ljepljivih ploča. Lisne uši treba suzbijati više puta tijekom vegetacije. Uporabom selektivnih aficida štite se prirodni neprijatelji koje mogu znatno smanjiti broj lisnih uši na biljkama. Kemijsko suzbijanje lisnih uši provodi se insekticidima iz grupe piretrina, neonikotinoida te organofosfornih insekticida (Čuljak i Juran, 2016).

2.2.1. Duhanov buhač

Duhanov buhač, *Epitrix hirtipennis* Melsheimer 1847 (Slika 2.7.), pripada u red Coleoptera, porodicu Chrysomelidae, rod *Epitrix*. Potječe iz Sjeverne i Srednje Amerike. U Europi je prvi puta zabilježen 1983. godine u Italiji, zatim je utvrđena prisutnost u Portugalu, Grčkoj, Turskoj, Makedoniji, Bugarskoj i Siriji, a u Hrvatskoj službeno u razdoblju od 2012 do 2015. (Raspudić i sur., 2015). U Rusiji je zabilježen po prvi puta u travnju 2013., gdje su dva uzorka prikupljena u Sočiju, a u svibnju je jedan primjerak bio prikupljen u Tuapsi (u blizini crnomorske obale, sjevernom Kavkazu) (Orlova-Bienkowskaja, 2013).

Biljke domaćini su vrste iz porodice Solanaceae. Imago je veličine 1,4 - 2,2 mm crvenkastosmede boje. Kreće se skakanjem i dobar je letač. Ličinke duhanovog buhača su veličine 4,2 mm, bijele boje s tamnom glavom. Imago pravi štete na listu u vidu okruglih rupica (Slika 2.8.), a ličinke prave hodnike na korijenu u biljci domaćina (Neilson i Finlayson, 1953). Pojava štetnika se zapaža u rano proljeće za vrijeme toplih dana. Štete pravi u kljalištu kao i u polju (Raspudić i sur., 2015). Duhanov buhač ima 3 - 4 generacije godišnje, ovisno o vremenskim uvjetima. Razvojni ciklus traje oko 30 dana. Imago se hrani na lišću praveći okrugle rupice i time smanjuje prinos, a kod jačeg napada može doći do potpune uvelosti lišća. Najviše ošteti list duhana nakon zalamanja u periodu od sredine kolovoza do kraja vegetacije (Vodič za proizvođače, 2016). Ličinke buše stabljiku i korijenje, biljke se lome i propadaju. Imago duhanovog buhača prezimljuje u otpacima u polju ili biljnim ostacima, (Boavida i Germain, 2009), a jaja polaže na zasjenjenim mjestima na vlažnom tlu (Lykouressis, 1991).



Slika 2.7. Odrasla jedinka duhanova buhača

Izvor: <https://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/addpages/nadein/Epitrix.htm>

Da bi se lakše suzbila pojava duhanovog buhača, vrlo važno je provesti dobre agrotehničke i po potrebi kemijske mjere. Potrebno je imati pravilnu izmjenu kultura na poljoprivrednim površinama. Sadnjom duhana u monokulturi dolazi do jačeg intenziteta napada štetnika i bolesti, pa se plodored preporuča nakon 4-5 godina (Ćosić i sur., 2016). Vrlo važna je pravilna obrada tla, dubokim oranjem se uništavaju korovi, te je poželjno zaoravanje biljnih ostataka na poljoprivrednim površinama koji su najčešće uzroci biljnih zaraza (Gagro, 1998).

Kritičan broj za duhanovog buhača u ranoj vegetaciji iznosi pet odraslih jedinki po biljci ili kada je uništeno 5 - 10 % lisne mase. Ako je broj buhača iznad tog broja potrebno je tretirati duhan jer dolazi do značajnog smanjenja prinosa i kvalitete lista duhana (Lykouressis i sur., 1994). Za sprječavanje napada ovog štetnika na listu i stabljici duhana koriste se malobrojne dopuštene djelatne tvari tj. insekticidi. Trenutno u Republici Hrvatskoj dozvolu za suzbijanje duhanovog buhača u duhanu ima samo jedna djelatna tvar, a to je deltametrin. Primjenjuje se

u količini od 0,3 - 0,5 l/ha, uz utrošak vode 200 - 400 l/ha. Najveći broj primjena u godini je dva puta u razmaku od 14 dana (FIS, 2018).



Slika 2.8. Štete od buhača na listu duhana hibrida DH 17 (Virovitičko-podravska županija)

Snimila: T. Arvaj (2016)

2.2.2. Karantenske vrste buhača

Karantenski organizam je štetni organizam od potencijalne gospodarske važnosti za određeno područje, odnosno državu, koji još nije prisutan ili je prisutan, ali nije još široko rasprostranjen i nalazi se pod službenim nadzorom (Gospodarski list, 2017).

Za najveći broj štetnih organizama bilja država ne donosi posebne propise. Oni spadaju u tzv. gospodarski važne štetne organizme bilja i na samim je poljoprivrednicima i ostalim uzgajivačima bilja da odaberu mjere pomoću kojih će ih suzbijati. Stoga prema važnosti štetne organizme bilja dijeli se na tzv. karantenske i gospodarski značajne (engl. quarantine and non-quarantine pests). Svi karantenski organizmi podliježu strogim zakonskim i podzakonskim propisima, u cilju sprječavanja unošenja, širenja i udomaćivanja na određenom području i zbog uzrokovanja velikih gospodarskih šteta. Određeni broj gospodarski značajnih štetnih organizama bilja podliježe specifičnim fitosanitarnim propisima (engl. regulated non-quarantine pests) (European commission, 2018).

Vrste *Epitrix tuberis* i *Epitrix cucumeris* nalaze se na listi A1 karantenskih štetnika u Hrvatskoj i od početka praćenja, 2013. godine, nije potvrđen nalaz (Pavunić Miljanović i sur., 2013). Krumpirovi buhači, *Epitrix cucumeris* (Harris, 1851), *Epitrix similis* (Gentner, 1994), *Epitrix tuberis* (Gentner, 1994) u Hrvatskoj se prate preko posebnog programa nadzora vizualnim pregledom cime i gomolja krumpira te uporabom žutih ljepljivih ploča. Vizualni pregled cime tijekom svibnja obuhvaća traženje znakova napada tj. uočavanje imaga koji se u to vrijeme hrani na cimi. Ako se uoče imaga i tipične štete na cimi, slijedi hvatanje imaga uz

pomoć entomološke mreže ili aspiratora. Žute ljepljive ploče postavljaju se u svibnju na visinu oko 1 m iznad cime krumpira. Simptomi napada se očituju na lišću u obliku karakterističnih rupica nepravilnog oblika promjera 1 - 1,5 mm (EPPO, 2011).

Determinacija vrste se obavlja na osnovi morfoloških karakteristika prothoraxa. Za sigurnu identifikaciju potrebna je laboratorijska analiza disekcijom i preparacijom genitalija ženke (spermatheca) i mužjaka (aedeagus) (Boavida i Germain, 2009). Odrasli oblici *E. cucumeris* crne su boje, duljine tijela 1,5-2 mm, smeđih nogu i ticala, dok su odrasli oblici *E. tuberis* crne boje, ali žutih ticala (Germain i sur., 2013). Odrasli oblici *E. similaris* također su crne boje, duljine tijela 1,5 - 2 mm. Tijelo krumpirovih buhača pokriveno je gustim dlakama te se kreću skakanjem (EPPO, 2013). Jaja su bjelkaste boje, ovalna oblika, sićušna 0,2 mm široka i 0,5 mm duga. Ličinke svih triju vrsta imaju valjkasto tanko tijelo bijele boje i glavu smeđe boje, a kukuljica je slobodnog tipa. Svoj razvoj završavaju samo na biljkama pripadnicama porodice Solonaceae. Prezimljuju u tlu kao imaga, a u periodu od svibnja do početka srpnja izlijeću iz tla (Eyre i Giltrap, 2013). Imaga *E. cucumeris* i *E. similaris* za ishranu i razmnožavanje preferiraju patlidan, kužnjak, rajčicu i krumpir (Bienkowski i Orlova-Bienkowskaja, 2016). Vrste *E. tuberis* i *E. similaris* u pravilu imaju dvije generacije godišnje, dok *E. cucumeris* ima jednu generaciju godišnje. Odrasli oblici *E. cucumeris* ne lete za razliku od imaga druge dvije navedene vrste (Pavunić Miljanović, 2013).

Vrsta *Luperomorpha xanthodera* jest invazivna vrsta buhača koja se prvi put pojavila u Varšavi u Poljskoj. U Europu je došla iz Dalekog istoka na početku 21. stoljeća. Do sada je uočena u Engleskoj, Italiji, Francuskoj, Nizozemskoj, Njemačkoj, Austriji i Mađarskoj. Vrsta je polifagna i javlja se na raznom cvijeću i ukrasnom bilju gdje uzrokuje znatne štete (Wojciech i Legutowska, 2014). Vrsta *Epitrix papa* sp. n. jest vrsta buhača koja oštećuje gomolje krumpira. Godine 2010. uvrštena je na A2 karantensku listu štetnika europske i mediteranske zaštite bilja. Značajan je štetnik plantaža eukaliptusa, porijeklom je iz Australije. Prvi put je opisan kada je otkriven u Irskoj (Orlova-Bienkowskaja, 2015). Prva pojava vrste *Luperomorpha nigripennis* u Italiji zabilježena je 2006. godine na području Pistola (Tuscanay). Štetnik je zabilježen na ukrasnom bilju i citrusima, a unesen je iz Indije (Conti i Raspi, 2007).

Sve karantenske vrste buhača su potencijalni štetnici duhana, ali i drugih važnih kultura iz porodice Solonaceae stoga je njihov nadzor od iznimne važnosti u očuvanju gospodarstva (Deligeorgidis i sur., 2007).

2.3. Biljna karantena

Biljna karantena pripada grupi tzv. administrativnih mjera protiv uzročnika biljnih štetočinja jer odgovarajućim propisima nastoji smanjiti mogućnost širenja štetočinja. Riječ karantena potječe iz francuskog jezika, a "quarante" znači 40. U srednjem vijeku je karantena započela zadržavanjem brodova kroz 40 dana izvan luka kako bi se pouzdano utvrdilo da na brodu nema smrtonosnih zaraznih bolesti koje bi ugrozile stanovništvo. Danas je karantena uspostavljena u humanoj, veterinarskoj i biljnoj medicini. Internacionalna trgovina biljem, posebice sjemenom i sadnim materijalom uvjetovala je širenje mnogih važnih i opasnih biljnih bolesti, odnosno biljnih nametnika općenito (Milošević, 1975).

Biljna karantena je preventivna metoda borbe u kompleksu mjera zaštite bilja od štetnih organizama. Prva linija obrane protiv unosa i udomaćenja egzotičnih biljnih štetočinja, legalna restrikcija kretanja roba s ciljem prevencije ili odgađanja unosa i proširenja biljnih štetočinja u područjima gdje ti organizmi do tada nisu bili prisutni, minimalizira unošenje i širenje štetnih organizama bilja (HCPHS, 2018). Pojava filoksere u Europi potaknula je međunarodnu suradnju na polju zaštite bilja pa su mnoge zemlje potpisale Bernsku konvenciju o suzbijanju filoksere. Ta se konvencija smatra pretečom današnje Konvencije o zaštiti bilja. Bernska konvencija obvezujući je međunarodni pravni instrument u području očuvanja prirode koji pokriva većinu prirodnih naslijeđa europskog kontinenta i proteže se u neke države Afrike. To je jedina regionalna konvencija takve vrste širom svijeta, te ima za cilj očuvati divlju floru i faunu i njihova prirodna staništa te promicati europsku suradnju na tom području (Ivančan, 2017).

Međunarodna konvencija za zaštitu bilja (IPPC) je međunarodni sporazum koji je nastao 1952. godine. Glavni cilj konvencije je zaštititi uzgajane i samonikle biljke sprječavanjem unošenja i širenja njihovih štetočinja te sprječavanje njihova međunarodnog širenja, a posebice njihova unošenja u ugrožena područja te razvojem i primjenom usklađenih fitosanitarnih mjera uz razradu međunarodnih normi (Biosafety GMO portal, 2010).

Obveze koje proizlaze iz IPPC-a u skladu su i komplementarne s WTO-SPS sporazumom, sporazumom o primjeni sanitarnih i fitosanitarnih mjera Svjetske trgovinske organizacije (WTO) koji uključuju kriterije za konačan proizvod, metode proizvodnje, inspekcije, postupke karantene, uzorkovanje i statističke metode, zahtjeve za pakiranje i označavanje proizvoda, te metode procjene rizika. Navedene mjere utemeljene su na međunarodnim standardima koji se provode zbog zaštite zdravlja i osiguravanja jednakih uvjeta za pravedno trgovanje hranom na međunarodnoj razini (Seemann, 2001). Trenutno 183 države sudjeluju u provođenju Konvencije (Kahn i Pelgrim, 2010). Europska i mediteranska organizacija za zaštitu bilja (EPPO) je međuvladina organizacija odgovorna za europsku suradnju u biljnom zdravlju. Osnovan 1951. godine od strane 15 europskih zemalja, EPPO sada ima 50 članova, koji pokrivaju gotovo sve zemlje Europske i mediteranske regije. Njegovi su ciljevi vezani za zaštitu bilja, razvoj međunarodne strategije za sprječavanje unošenja i širenja opasnih nametnika i promicanje sigurne i učinkovite metode kontrole. Kao regionalna organizacija za zaštitu bilja, EPPO također sudjeluje u globalnim raspravama o zdravlju bilja u organizaciji

FAO-a i IPPC tajništva. EPPO je producirao velik broj standarda i publikacija o štetočinjama bilja, fitosanitarnih propisa, kao i sredstava za zaštitu bilja (EPPO, 2017).

Programi posebnog nadzora predstavljaju jedan od temelja biljne karantene, službeni postupak, koji se provodi u određenom razdoblju, kako bi se ustanovile karakteristike populacije određenog štetnog organizma ili kako bi se dijagnosticiralo o kojem se štetnom organizmu radi na određenom području. Uključuju otkrivanje primarno karantenskih, a po potrebi i gospodarski važnih štetnih organizama, izvještavanje o njihovoj prisutnosti, pojavi i širenju, procjenu rizika, razrađivanje i predlaganje preventivnih mjera i mjera njihova suzbijanja. Način provođenja, nositelje i izvoditelje programa posebnog nadzora određuje ministar godišnjim programom, na prijedlog čelnika nadležne uprave (HCPHS, 2018).

2.3.1. Sustav biljne karantene u EU i RH

Republika Hrvatska je potpisivanjem „Sporazuma o stabilizaciji i pridruživanju“ preuzela obavezu usklađivanja nacionalnog zakonodavstva s pravnom stečevinom Europske unije. što vrlo jasno ukazuje na suradnju Republike Hrvatske sa ostalim članicama na ujednačavanju sustava biljne karantene zbog postizanja visokog stupnja zaštite i što boljeg protoka informacija koje su ključne za pravodobnu reakciju na pojedine rizike. Godine 2005. stupio je na snagu Zakon o biljnom zdravstvu (NN 75/05) i Zakon o sredstvima za zaštitu bilja (NN 75/08) koji je 2012. upotpunjen Pravilnikom o uspostavi akcijskog okvira za postizanje održive uporabe upotrebe pesticida (NN 142/2012). Godine 2014. na snagu je stupio novi zakon, Zakon o održivoj uporabi pesticida (NN 14/2014), koji je usklađen s Direktivom 2009/128/EZ Europskog parlamenta i Vijeća.

Zakon o biljnom zdravstvu i Zakon o održivoj upotrebi pesticida s pripadajućim propisima uređuju područje biljnog zdravstva unutar kojeg se nalazi i biljna karantena. Zakonom o biljnom zdravstvu i provedenim propisima u koje su ugrađeni i ostali propisi EU iz područja biljnog zdravstva stvoren je pravni temelj za usklađenost fitosanitarnih mjera na razini EU, primjena međunarodno priznatih i znanstveno utemeljenih mjera na području zdravstvene zaštite bilja, međunarodnu suradnju i razmjenu podataka, uklanjanje prepreka na razini međunarodne trgovine, uvođenje Upisnika proizvođača, prerađivača, uvoznika i distributera bilja, biljnih proizvoda i drugih nadziranih predmeta te sustava biljnih putovnica, provedbu fitosanitarnih pregleda i izdavanje biljnih putovnica i posebnog nadzora nad određenim štetnim organizmima bilja. Direktori uprava za biljno zdravstvo iz 28 država članica EU-a 14. lipnja 2017. postigli su dogovor o pokretanju opsežne nove strategije za podizanje razine osvijetljenosti o zdravlju bilja u EU-u (Šimala i Masten Milek, 2013).

Odabir štetnih organizama zasniva se na rezultatima protekle godine i direktivama EU ili EPPO statusu, ili interesu Hrvatske. Svake godine Zavod za zaštitu bilja provodi oko 20-ak programa posebnih nadzora, te se na kraju svake kalendarske godine sastavlja izvješće o obavljenim poslovima za Ministarstvo poljoprivrede. Prema Pravilniku o mjerama za sprječavanje unošenja i širenja organizama štetnih za bilje, biljne proizvode i druge nadzirane

predmete i mjerama suzbijanja tih organizama (NN 74/06, 84/10, 120/11, 46/14, 119/14), karantenski status u Europskoj uniji trenutno ima 276 vrsta ili grupa štetnih organizama. Ovim štetnim organizmima potrebno je pribrojati i one koji su zasebno ili naknadno regulirani posebnim odlukama ili uredbama na razini Europske unije (Quarantine regulations, 2018).

Zakonodavni okvir kojim se uređuje područje biljnog zdravstva jesu Zakon o biljnom zdravstvu (NN 75/05) i Zakon o sredstvima za zaštitu bilja (NN 70/05). Zakon o biljnom zdravstvu je usklađen s odredbama temeljnog propisa EU iz područja zdravstvene zaštite bilja Direktivom Vijeća 2000/29/EC koja između ostalog propisuje da svaka država članica ima obvezu osnovati ili odrediti jedinstveno tijelo, odgovorno za koordinaciju i kontakte vezane za pitanja biljnog zdravstva (European council, 2018). Direktiva propisuje da se nacionalna organizacija za zaštitu bilja koju nalaže Međunarodna konvencija o zaštiti bilja može odrediti za spomenutu namjenu. Ovim Zakonom i provedbenim propisima u koje su ugrađeni i ostali propisi EU iz područja biljnog zdravstva, stvoren je suvremeni pravni temelj za: - uspostavu sustava zdravstvene zaštite bilja kao u drugih država članica EU glede usklađenosti fitosanitarnih mjera koje vrijede na zajedničkom tržištu; - primjenu međunarodno priznatih načela, standarda, procjene rizika i drugih znanstveno utemeljenih mjera na području zdravstvene zaštite bilja; - međusobnu suradnju i razmjenu podataka i informacija iz baza podataka koje se odnose na područje biljnoga zdravstva; - uklanjanje prepreka u međunarodnoj trgovini biljem, biljnim proizvodima i drugim nadziranim predmetima; - uvođenje Upisnika proizvođača, prerađivača, uvoznika i distributera bilja, biljnih proizvoda i drugih nadziranih predmeta te sustava biljnih putovnica (engl. plant passport system); - obavljanje fitosanitarnih pregleda i izdavanje biljnih putovnica za određeno bilje koje se premješta unutar jedinstvenog tržišta EU (Smith, 2018).

2.4. Botanički insekticidi

Zbog sve veće ekološke osviještenosti i brojnih saznanja o štetnosti za globalno zdravlje, zadnjih nekoliko desetljeća se sve više istražuju alternative kemijskim pesticidima u koje se ubraja i upotreba botaničkih insekticida (De Angelis, 2006). Brojni znanstvenici u svijetu, pa tako i u Hrvatskoj proučavaju potencijalnu pesticidnu aktivnost raznih biljnih izolata. Insekticidi dobiveni iz biljaka, tzv. botanički insekticidi, imaju brojna svojstva poput insekticidne aktivnosti, repelentnosti za pojedine nametnike, utjecaja na rast kukaca, toksičnosti za nematode, grinje, puževe i na druge brojne štetočinke u poljoprivredi. Isto tako biljni insekticidi imaju fungicidno, virucidno i baktericidno djelovanje. Najznačajniji biljni insekticidi u bliskoj prošlosti pa i danas bili su nikotin, rotenon, sabadila, riania, limonene, neem, kvasija i piretrin. Danas su u široj uporabi u području zaštite bilja, javnom zdravstvu, komunalnoj higijeni i u veterini samo dva biljna insekticida - piretrin i neem (azadiraktin) (Kalinović i Rozman, 2004).

Prednosti uporabe biljnih insekticida su brza razgradnja (pod utjecajem dnevnog i sunčevog svjetla, vlage i djelovanjem oborina), brzo djelovanje (ubijaju kukce vrlo brzo nakon primjene ili pak sprječavaju njihovu prehranu neposredno nakon primjene), niska toksičnost za toplokrvne organizme, selektivnost i minimalni fitotoksični utjecaj na biljke. Općenito, biljni insekticidi se razgrađuju znatno brže nego brojni konvencionalni pesticidi te su stoga znatno manje opasni na korisne kukce i grinje (Miller i Uetz, 1998). Većina biljnih insekticida se raspada tijekom nekoliko dana, katkad nekoliko sati (Isman, 1997).

Botanički insekticidi, kao i svaka druga grupa insekticida, imaju svoje nedostatke. Brza razgradnja biljnih insekticida, premda je povoljna sa stajališta zaštite okoliša i ljudskog zdravlja, često zahtijeva njihovu češću primjenu. Smatra se da su u pravilu znatno manje toksični u usporedbi s sintetskim insekticidima, no pojedini biljni insekticidi kao nikotin i rotenon su otrovniji za čovjeka i ribe u usporedbi s nekim sintetskim insekticidima (Korunić i sur., 2008). Botanički insekticidi su skuplji od sintetskih insekticida, brojni nisu komercijalno dostupni zbog mnogih razloga uključujući i standardizaciju proizvodnje te nema podataka o njihovoj dugotrajnoj djelotvornosti (Korunić i Rozman, 2012). Ovi insekticidi se trebaju češće primjenjivati te zbog toga, kao i zbog više cijene njihove proizvodnje, znatno su skuplji u usporedbi s brojnim konvencionalnim pesticidima (Duke, 1990). Unatoč brojnim spoznajama i podacima o njihovim insekticidnim svojstvima, samo je maleni broj biljnih insekticida danas u uporabi (piretrini, neem, rotenon, deris, kvasija, sabadilla itd.), jer postoje brojni razlozi i prepreke za njihovu širu komercijalizaciju. Vjeruje se da će ubrzani razvoj kemijske tehnologije i biotehnologije ubrzati, pojeftiniti i standardizirati biljne pesticide te time omogućiti pojavu njihovog većeg broja na tržištu (Korunić, 2004).

2.4.1. Azadiraktin

Azadirachta indica A. Juss, indijski jorgovan ili neem pripada u porodicu Meliaceae (Grdiša i Gršić, 2013). Porijeklom je iz južne i jugoistočne Azije, a danas se uzgaja u tropskim i subtropskim područjima Afrike, Sjeverne i Južne Amerike i Australije. Ova biljka sadrži brojne djelatne tvari koje pretežito djeluju na kukce kao regulatori rasta i razvoja te odbijaju i smanjuju prehranu kukaca (Biswas i sur., 2002). Glavni aktivni sastojak neema je azadiraktin, tetranortriterpenoid limonoid, koji je djelotvoran na oko 200 vrsta kukaca, grinja i nematoda (Gahukar, 1995). Najveća koncentracija nalazi se u sjemenkama (0,2 - 0,6 %). ali je prisutan u manjim količinama u svim dijelovima stabla. Azadiraktin ima široki spektar djelovanja na štetne kukce; djeluje repelentno, ometa ishranu, djeluje kao regulator rasta i razvoja (IGR), ometa ovipoziciju, utječe na plodnost i utječe na pokretljivost kukaca (Blaney i sur., 1990).

Azadiraktin je sistemski insekticid širokog spektra koji djeluje na sve štetnike koji grizu i sišu biljni sok. Koristi se u suzbijanju štetnika na raznim kulturama i ima široku primjenu koja se odnosi na sve voćke osim kruške (protiv lisnih uši, lisnih minera, cikada, tripsa i štitaštih moljaca), vinovu lozu (protiv grozdovog moljca, cikada i tripsa), krumpir (protiv krumpirove zlatice, krumpirovog moljca i lisnih uši), povrtlarske kulture (protiv cikada, lisnih uši, lisnih minera, štitaštih moljci, sovice), ukrasno bilje; staklenik (lisni miner, lisne uši, bijele mušice, tripsi, cikade i štitašti moljci) i maslinu (tripsi i maslinov moljac) (Proeco, 2017).

Azadiraktin se razgrađuje u vodi ili na svjetlu tijekom oko 100 sati. Dosta je nepokretan u tlu. Smatra se da je manje toksičan na toplokrvne organizme. Srednja letalna doza (LD₅₀) za štakora oralnim putem iznosi >5000 mg/kg (Gahukar, 1995). Prema Miller i Uetz (1998) azadiraktin se u pravilu ne akumulira u organizmu. Smatra se netoksičnim za sisavce (kod oralne primjene na štakorima akutni LD₅₀ je >5000 mg/kg), ribe i oprašivače. Točne doze pri kojima dolazi do toksičnosti kod ljudi, još nisu poznate (Mishra i Nikhid, 2013).

NeemAzal predstavlja formulaciju azadiraktina registriranu u dvadesetak zemalja svijeta. Na tržištu dolazi u obliku tekućeg sredstva za emulziju (EC) (Proeco, 2017). Djelatne tvari na osnovi neema za komercijalnu upotrebu prodaju se u svijetu pod različitim trgovačkim nazivima poput NeemGold, 3 NeemAzal, Econeem, Neemark, Neemcure i Azatin (Silva-Aguayo, 2016). Visoko je djelotvorni sistemski insekticid protiv kukaca koji grizu i sišu, a sadrži 10 g/l aktivne tvari azadiraktin. Formulacija sredstva je koncentracija za emulziju (EC). Prodire u list te se unutar lista djelomično sistematski transportira. Ulazeći u tijelo kukaca koji grizu i sišu, azadiraktin blokira pravilan rad hormona, što vrlo brzo dovodi do prestanka hranjenja i kukci ne uzrokuju daljnja oštećenja na biljkama. Također, kukci više ne žele letjeti, pariti se niti polagati jaja. Populacija nametnika koja više ne može niti jesti niti se razmnožavati, polako nestaje. Njihov životni ciklus je prekinut. Zbog posebnog načina djelovanja, uspjeh tretiranja ne ocjenjuje se brojem uginulih kukaca, već se kontrolira smanjenje oštećenja lista. Populacije štetnika još su određeno vrijeme vidljive, no nove populacije se više ne stvaraju. Može se primijeniti samo u uzgoju povrća, voća i ukrasnog bilja predvečer i rano ujutro (ne po suncu) primjenom u preporučenim koncentracijama i vremenom tretiranja kada nije štetan za pčele (Proeco, 2018). Primjenjuje se samostalno ili u

kombinacijama s drugim sredstvima za zaštitu bilja. U 2018. u Republici Hrvatskoj dozvolu ima NeemAzal T/S, koncentrat za emulziju kontaktnog načina djelovanja koji se primjenjuje u povrćarstvu, voćarstvu, vinogradarstvu, ukrasnom bilju i šumama (FIS, 2018).

2.5. Gnojiva kao ojačivači biljaka

Biljna gnojiva često pogrešno nazivaju biljnom hranom, jer biljke samo procesom fotosinteze tvore hranu, najprije energijom bogate šećere, a njihovom transformacijom i druge tvari potrebne za, metabolizam rast i razvitak. Po analogiji s ljudskim, odnosno životinjskim metabolizmom, gnojiva možemo smatrati multivitaminskim dodatkom biljnoj hrani. Biljka koja nema dovoljno hranjivih tvari može preživjeti dugo razdoblje, ali to nikad nije dobro obzirom na visinu i kakvoću prinosa. Gnojidba ili fertilizacija - agrotehnička mjera aplikacije gnojiva s konačnim ciljem postizanja visokog prinosa (Vukadinović i Vukadinović, 2014).

Zbog sve veće ekološke osviještenosti naglasak je u ovom radu na organskim gnojivima i njihovim svojstvima. Organska gnojiva u širem smislu obuhvaćaju raznovrsne smjese biljnih ostataka i/ili životinjskih izlučevina i ostataka različitog stupnja razloženosti, čijim se unošenjem u tlo dodaju glavna biljnih hraniva (N-P-K) u različitim odnosima (Anonymus, 2015). Prednosti organskih gnojiva su brojne jer su to prirodna sredstva koja ne sadrže umjetne spojeve, ne narušavaju ekosustav tla i procesi razgradnje ne zahtijevaju nikakve kemijske intervencije. Najveći nedostatak je brzina djelovanja koja ovisi o korisnim organizmima u tlu ili u samom proizvodu (Emerald, 2015).

Boundary SW je sredstvo registrirano kao organsko tekuće dušično gnojivo dobiveno fizičkom metodom od smeđih algi i biljnih ekstrakata, u kontroliranim uvjetima. Pripada u skupinu proizvoda koji jačaju obrambeni mehanizam biljaka. Molekule koje se nalaze u ovim pripravcima jačaju biljnu otpornost u svim fazama razvoja. Sadrži 10 % organskog ugljika i 1,5 % organskog dušika (Boundary SW, 2018).

Djeluje na biljke aktivirajući obrambeni mehanizam same biljke, omogućavajući im da iako napadnute štetnicima dovrše svoj rast i razvoj sa zadovoljavajućim rezultatima. Proizvod se može koristiti u bilo kojem razvojnem stadiju biljke sve dok ima dovoljno lisne mase koja omogućava dobru asimilaciju. Primjenjuje se prskanjem pri prvoj pojavi kukaca. Potrebno je dobro "okupati" biljku jer je proizvod kontaktnog djelovanja. Ne ostavlja neželjene ostatke i ne ubraja se u grupu otrova. Primjena i doziranje je folijarno u uzgoju voća i povrća bez ograničenja u primjeni, jer nema karence (Lazcano i sur., 2012).

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Postavljanje poljskog pokusa

U 2016. godini postavljen je jednogodišnji pokus s F₁ hibridom DH 17 i DH 27 duhana tipa virginia na površini OPG Željko Arvaj, na dva lokaliteta: Grunti – Bušetina s hibridom DH 17 i Rakita – Bušetina s hibridom DH 27. U poljskom pokusu prikupljani su buhači radi određivanja vrste i očitavane su štete od buhača na listovima duhana.

DH 17 hibrid je priznat 1996. godine. Odlikuje se dobrom otpornošću na PVY. Visina stabljike nakon zalamanja je između 100 i 110 cm. Internodiji su mu izrazito kratki. Na stabljici se prosječno formira 21 list za berbu. Listovi su srednje široki, imaju izraženo srednje rebro i dosta su naborani. Cvatnja nastupa 60 dana nakon sadnje. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada grupi srednje kasnog sazrijevanja. Osušeni listovi dobivaju narančastu boju. DH 17 ima visok potencijal prinosa, oko 2700 kg/ha. Pušačka svojstva su mu zadovoljavajuća (Butorac, 2009).

DH 27 je hibrid priznat 2007. godine i odlikuje se otpornošću na PVY. Visina stabljike nakon zalamanja je između 110 i 115 cm. Internodiji su mu dulji nego u DH 17. Na stabljici se prosječno formiraju 23 lista za berbu, a listovi su spiralno poredani na stabljici. Sorta posjeduje zadovoljavajuću otpornost na polijeganje. Pripada grupi srednje kasnog sazrijevanja. Osušeni listovi dobivaju narančastu boju. DH 27 ima visok potencijal prinosa, čak do 2850 kg/ha, a pušačka su mu svojstva zadovoljavajuća (Butorac, 2009).

Pokusi na lokaciji Bušetina – Grunti (arkod - 836494, 0,57 ha) i Bušetina – Rakita (arkod - 538009, 1,05 ha) postavljeni su na 4 nasumično odabrana reda. Na svakom redu je bilo 10 biljaka duhana u nizu. Dužina reda je iznosila 3,6 m. Razmak između redova je iznosio 90 cm, a razmak unutar reda 40 cm. Ukupna površina pokusa je iznosila 9,72 m².

3.2. Utvrđivanje šteta i faunističkog sastava buhača

Od 16. kolovoza do 4. listopada 2016. godine očitavanja šteta od buhača na duhanu na oba lokaliteta provedena su jednom tjedno (ukupno osam očitavanja na svakom polju). Sve su biljke detaljno pregledane i uz pomoć aspiratora (Slika 3.1.) sa svakog pokusnog polja sakupljano je tjedno 20 buhača koji će se determinirati do vrste. Sakupljeni buhači su spremljeni u bočice s alkoholom, označene s podatcima o datumu pregleda i sortimentu.



Slika 3.1. Aspirator korišten za hvatanje buhača u polju duhana

Snimila : T. Arvaj (2016)

Sa svake biljke po ponavljanju u svakom terminu pregleda pregledan je detaljno jedan list te je utvrđena šteta od buhača na način da se pregledani list prema broju rupica (grizotina), odnosno veličini oštećene površine lista, razvrsta u jednu od kategorija (Heath, 2017): 0 (nema rupica od buhača), 1 (štete do 3 % lisne površine), 2 (štete 4 - 10 % lisne površine), 3 (štete 11 - 20 % lisne površine), 4 (štete 21 - 40 % lisne površine) i 5 (više od 40 % lisne površine). Nakon prikupljanja podataka za svako od četiri ponavljanja izračunala se šteta prema formuli Townsend Heuberger (Townsend i Heuberger, 1943):

(%) zaraze = $100 \times \Sigma (f \times n) / a \times N$, gdje je:

f = broj biljaka u grupi;

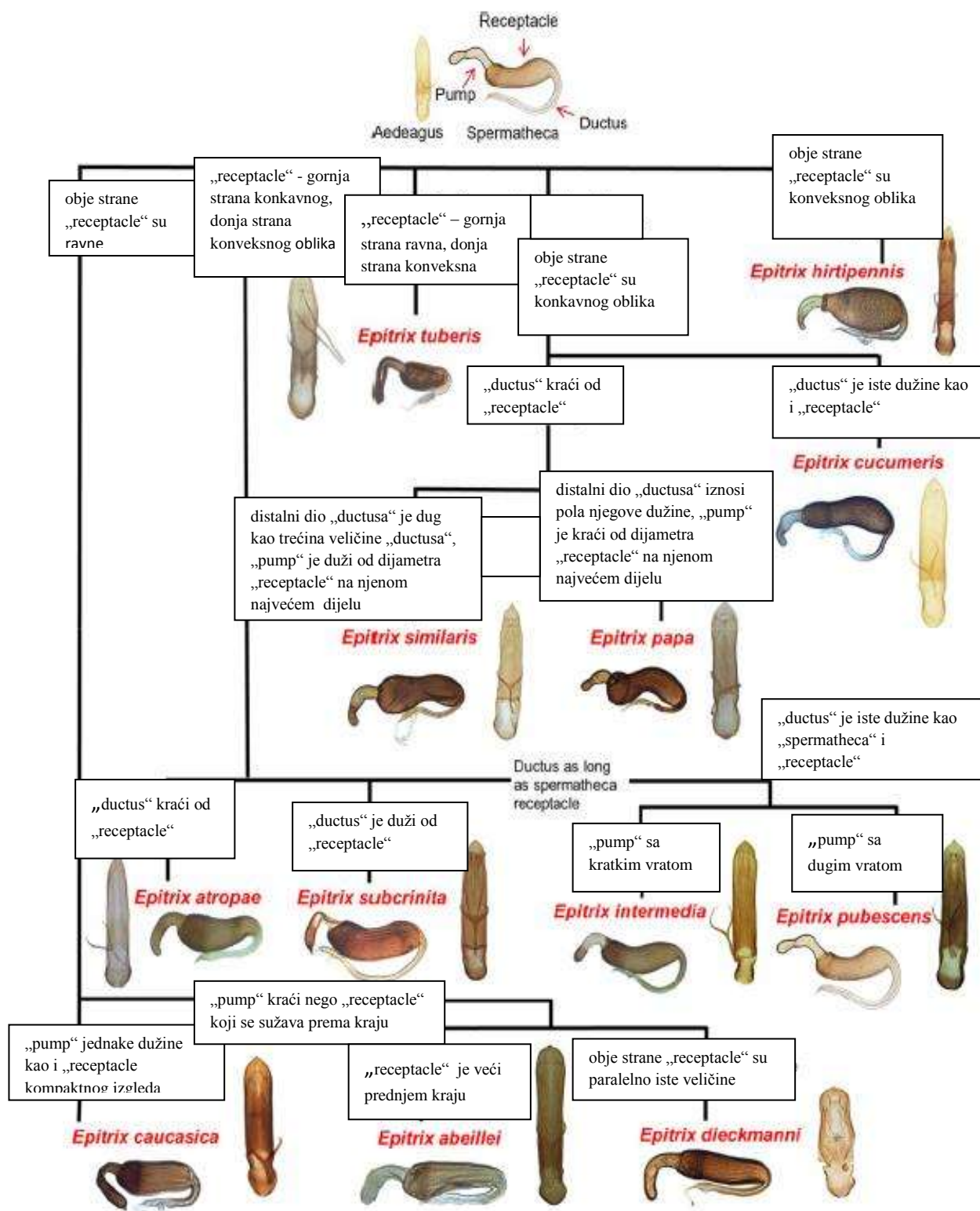
n = ocjena grupe (0-5);

a = broj grupa;

N= ukupan broj pregledanih biljaka u uzorku.

Priprema preparata za mikroskopiranje i izrada trajnih preparata

U svrhu utvrđivanja faunističkog sastava, buhači prikupljeni na poljima duhana identificirani su morfološki. Determinacija odraslih jedinki vrsta roda *Epitrix*, pa tako i duhanovog buhača, obavlja se na osnovi morfoloških karakteristika prvog kolutića prsa (prothorax) kod kojeg se pojedini dijelovi razlikuju (EPPO, 2017). No, za sigurnu identifikaciju potrebna je laboratorijska analiza disekcijom i preparacijom genitalija ženke (spermatheca) i mužjaka (aedeagus) koji se razlikuju kod svake pojedine vrste. Da bi se u ovom istraživanju utvrdila vrsta, napravljeni su trajni preparati genitalija sakupljenih buhača prema dijagnostičkom protokolu PM 7/109 (2) koji predlaže EPPO (2017) (Slika 3.2.). Protokol je napravljen na temelju ključeva za porodicu Coleoptera prema Lawrence i sur. (2002), za podporodicu Chrysomelidae i rod *Epitrix* prema Warchalowski (2003) te za vrste *Epitrix* prema Doeberl (2000) (cit. EPPO, 2017).



Slika 3.2. Dijagnostički protokol determinacije vrsta buhača roda *Epitrix*

Izvor : EPPO (2017)

Odrasli buhači se izvade iz epruveta s alkoholom u kojima su se čuvali i postave u petrijevu zdjelicu. Uz pomoć mikroskopa se s pincetom odvoji abdomen (Slika 3.3.) i prenese na predmetno stakalce na kojem je aplicirana mala količina otopina 10 % kalijevog hidroksida. Abdomen se ostavi kroz dvadesetak minuta u navedenoj otopini kako bi omekšao i kako bi ekstrakcija genitalija bila olakšana. Nakon dvadeset minuta uzorak abdomena buhača ispere se s destiliranom vodom, prenese na novo predmetno stakalce i iglom izvuče spolni organ koji se ispere etanolom. Spolni organ se prenese na novo predmetno stakalce na kapljicu apliciranog glicerina i Canada balsama te se pokrije pokrovnim stakalcem (Slika 3.4.).



Slika 3.3. Sekcija abdomena odraslih jedinki duhanovog buhača

Snimila: Ž. Bjelja (2016)



Slika 3.4. Uzorci i preparati seciranih spermatheca i aedegeusa duhanovog buhača

Snimila: T. Arvaj (2017)

3.3. Utvrđivanje učinkovitosti insekticida i organskog gnojiva

Prikupljanje buhača

Za istraživanje učinkovitosti sakupljeno je 320 odraslih buhača na poljima duhana koji su bili uključeni u pokus. Jedinke su prikupljane aspiratorom i čuvane u bočicama na hladnom za vrijeme transporta. Istovremeno sa sakupljanjem buhača prikupljeno je i 20 netretiranih listova duhana s istih polja. Buhači i listovi duhana prikupljeni su dan prije postavljanja pokusa.

Postavljanje pokusa

Pokus je bio postavljen 1.9.2016. u laboratoriju Zavoda za poljoprivrednu zoologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu po metodi IRAC Susceptibility Test Method 007 (IRAC, 2014), sa šest varijanti u četiri ponavljanja. U pokusu je korišten pripravak NeemAzal T/S, proizvođača Pro-eco, formulacije EC (koncentrat za emulziju). Djelatna tvar u pripravku bila je azadiraktin u koncentraciji 10 g/l. Drugi korišteni pripravak bio je Boundary SW, također proizvođača Pro-eco. Radi se o organskom dušičnom gnojivu (N 1,5 %, C 10,0 %) s popratnim djelovanjem. Radi usporedbe učinkovitosti, od standardnih kemijskih insekticida korišten je pripravak Coragen 20 SC koji sadrži djelatnu tvar klorantraniliprol u koncentraciji 200 g/l.

U pokusu su korištene sljedeće varijante i doze:

| | | |
|------------------|-------------|-------------------|
| 1. Kontrola | netretirano | (čista voda) |
| 2. NeemAzal T/S | 1,5 l/ha | (1,5 ml/1 l vode) |
| 3. NeemAzal T/S | 3,0 l/ha | (3,0 ml/1 l vode) |
| 4. NeemAzal T/S | 4,5 l/ha | (4,5 ml/1 l vode) |
| 5. Boundary SW | 3,0 l/ha | (3,0 ml/1 l vode) |
| 6. Coragen 20 SC | 4,0 l/ha | (4,0 ml/1 l vode) |

Primjena insekticida

Varijante u pokusu primijenjene su prema metodi IRAC Susceptibility Test Method 007 (IRAC, 2014) u kojoj se listovi umaču u pripremljeno škropivo. Za svaku varijantu je pripremljena po 1 l škropiva. Ubrani listovi duhana su na nekoliko sekundi bili umočeni u škropivo nakon čega su bili postavljeni na upijajući papir. Nakon što su se listovi prosušili, izrezani su dijelovi lista prema veličini petrijevke. Na dno petrijevke se postavio vlažan filter papir na koji je onda postavljan izrezani dio lista. Petrijevke su bile označene arapskim brojevima 1-6 za broj varijante, a rimskim brojevima I-IV za broj ponavljanja. U tako pripremljene petrijevke ispušteno je po 10 buhača. Svakih 24 sata utvrđivao se broj živih i mrtvih buhača u svakoj petrijevki. Pokus je trajao četiri dana, tj do trena kada je broj živih buhača na tretiranim varijantama pao na nulu. Za svaki dan očitavanja za svako ponavljanje izračunata je učinkovitost prema formuli Schneider-Orelli (1947 cit. Pütener, 1981):

Obrada podataka

Podatci o štetama od buhača na listovima duhana, te podatci o mortalitetu i učinkovitosti obrađeni su analizom varijance (ANOVA) uz pomoć statističkog programa ARM 9[®] (Gylling Data Management, Inc., USA, ARM 9[®] GDM software, Revision 9.2014.7). Podatci o srednjim vrijednostima rangirani su uz primjenu Duncanovog testa multiplih rangova (Duncan's New MRT test) kako bi se utvrdile razlike u učinkovitosti između varijanti u pokusima (Vasilj, 2000). Izračunu učinkovitosti pristupilo se samo za one varijante i datume očitavanja kod kojih je utvrđena statistički opravdana razlika između netretirane kontrole i varijanti u pokusu. U slučaju neravnomjerne distribucije podataka, podatci su u programu ARM transformirani uz pomoć $\log(x+1)$ transformacije.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Faunistički sastav

Mikroskopiranjem ukupno 320 trajnih preparata i determinacijom vrsta buhača na temelju ženskog (spermatheca) i muškog spolnog organa (aedeagus) prema relevantnom EPPO dijagnostičkom protokolu, utvrđeno je da je u uzorcima prikupljenim na oba istraživana hibrida duhana u 2016. g. bila prisutna samo vrsta buhača *Epitrix hirtipennis*. Na slikama 4.1. i 4.2. prikazani su izdvojeni ženski i muški spolni organi na temelju kojih je napravljena determinacija vrste.



Slika 4.1. Spermatheca – ženski spolni organ buhača vrste *Epitrix hirtipennis*

Snimila: T. Arvaj (2017)

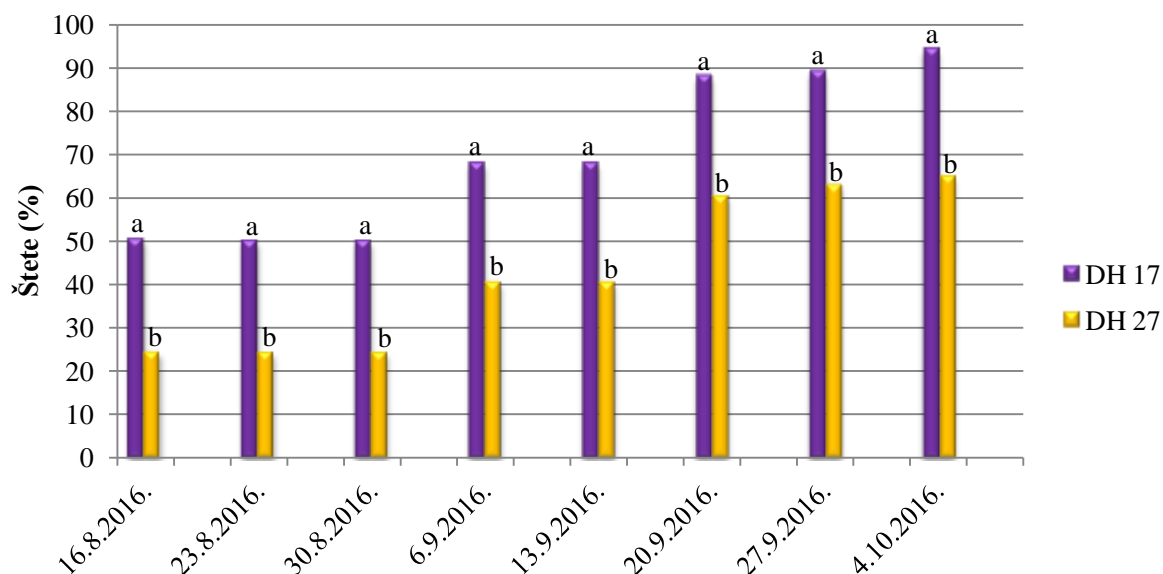


Slika 4.2. Aedeagus – muški spolni organ buhača vrste *Epitrix hirtipennis*

Snimila: T. Arvaj (2017)

4.2. Štete

Rezultati statističke obrade šteta od buhača na duhanu prikazani su na slici 4.3.



Slika 4.3. Utvrđene štete od duhanovog buhača na hibridima duhana DH 17 (lokalitet Grunti) i DH 27 (lokalitet Rakita) u 2016. godini (rezultati unutar iste grupe (datum) označeni različitim malim slovom međusobno se statistički značajno razlikuju ($P=5\%$))

U istraživanju su utvrđene značajne razlike u štetama od duhanovog buhača između termina pregleda i između hibrida duhana. Na hibridu DH 17 u svih osam očitavanja 2016. godine zabilježene su značajno veće štete nego na hibridu DH 27. U prva tri očitavanja, odnosno u drugoj polovici kolovoza, štete očitane na početku pokusa nisu se povećavale i iznosile su oko 50 % na hibridu DH 17, odnosno oko 24 % na hibridu DH 27. Početkom listopada, odnosno na kraju pokusa, štete na sorti DH 17 povećale su se na 94,40 %, dok su se štete na hibridu DH 27 povećale na 64,87 %.

4.3. Učinkovitost insekticida

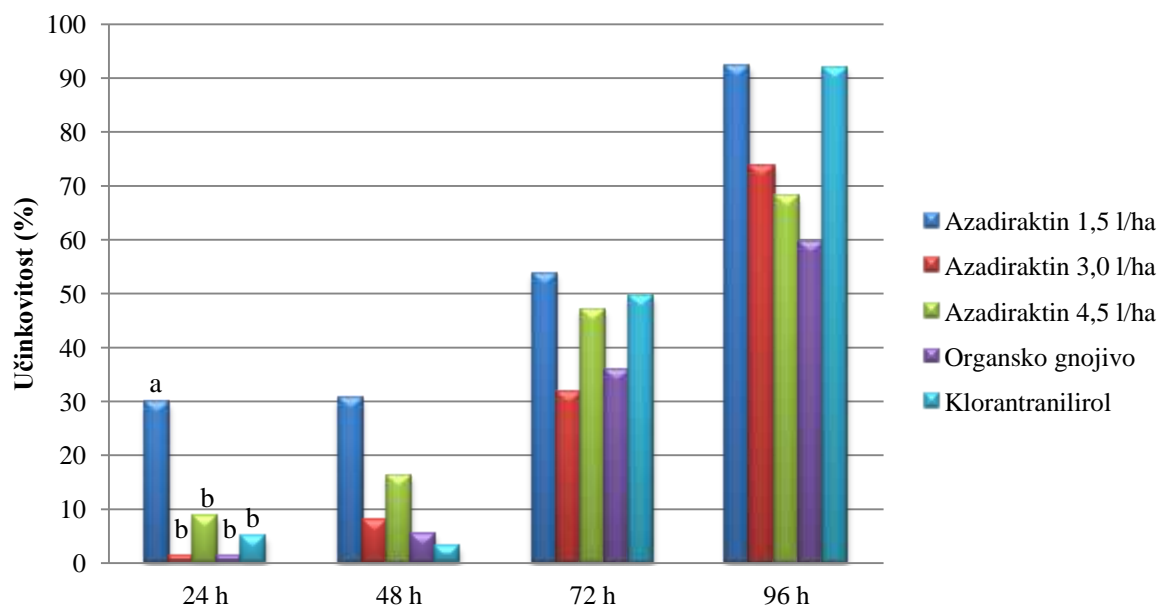
Najveće djelovanje na mortalitet odraslih jedinki duhanovog buhača u svim očitavanjima pokazala je najmanja doza botaničkog insekticida azadiraktina (1,5 l/ha) (Tablica 4.1.). Učinak organskog gnojiva, odnosno pripravka Boundary SW, u prva tri očitavanja nije se značajno razlikovao od srednje (3,0 l/ha) i najveće (4,5 l/ha) primijenjene doze azadiraktina niti od kemijskog insekticida klorantraniliprola. No, nakon 96 sati Boundary SW je pokazao najmanje ukupno djelovanje na mortalitet buhača (70,25 %). Na kraju pokusa, najbolje ukupno djelovanje na mortalitet pokazali su azadiraktin u dozi 1,5 l/ha i klorantraniliprol. Azadiraktin u dozama 3,0 l/ha i 4,5 l/ha djelovao je nešto slabije na mortalitet, no djelovanje se nije značajno razlikovalo od učinka klorantraniliprola i azadiraktina u dozi 1,5 l/ha.

Tablica 4.1. Mortalitet duhanovog buhača tretiranog različitim pripravcima u laboratorijskom pokusu (rujan, 2016.)

| Pripravak | Djelatna tvar | Doza | Mortalitet (%) nakon | | | |
|----------------------|-------------------|----------|----------------------|-------------------|---------|--------------------|
| | | | 24 sata | 48 sati | 72 sata | 96 sati |
| Kontrola | čista voda | - | 6,30 b* | 11,93 c | 17,50 b | 21,61 c |
| NeemAzal T/S | azadiraktin | 1,5 l/ha | 36,29 a | 42,49 a | 62,50 a | 94,72 a |
| | | 3,0 l/ha | 10,00 b | 24,51 b | 45,00 a | 79,24 ab |
| | | 4,5 l/ha | 16,58 b | 26,36 ab | 57,50 a | 75,96 ab |
| Boundary SW | ekstrakt kvasca | 3,0 ml/l | 10,00 b | 20,00 bc | 47,50 a | 70,25 b |
| Coragen 20 SC | klorantraniliprol | 4,0 ml/l | 14,59 b | 18,69 bc | 57,50 a | 94,29 a |
| LSD P=5 % | | | 9,752 - 15,590 | 7,855 - 16,434 | 17,815 | 20,381 - 28,134 |

*Rezultati unutar iste grupe (sati) označeni istim malim slovom međusobno se statistički značajno ne razlikuju (P=5 %).

Učinkovitost različitih doza pripravaka na bazi azadiraktina (NeemAzal T/S), organskog dušičnog gnojiva (Boundary SW) i klorantraniliprola kao konvencionalnog insekticida (Coragen 20 SC) na odrasle jedinke duhanovog buhača prikazana je slikom 4.4. Značajne razlike u učinkovitosti uočene su samo prvi dan nakon tretiranja, kada je azadiraktin u dozi 1,5 l/ha pokazao najveću učinkovitost (29,71 %). Do kraja pokusa, navedena djelatna tvar pokazala se najučinkovitijom (92,11 %), a iza nje je slijedio klorantraniliprol s učinkovitošću od 92,05 %. Azadiraktin u dozi 3,0 l/ha je zadnji dan očitavanja bio nešto učinkovitiji (73,86 %) od doze 4,5 l/ha (68,12 %). Učinkovitost organskog gnojiva nakon 24 sata bila je vrlo niska i iznosila je 1,30 %, a do kraja pokusa povećala se na 59,64 %. Iako su u istraživanju utvrđene razlike u učinkovitosti pripravaka, na kraju pokusa pokazalo se da između varijanti nije bilo statistički značajnih razlika u učinkovitosti na duhanovog buhača.



Slika 4.4. Učinkovitost različitih pripravaka na duhanovog buhača utvrđena u laboratorijskom pokusu, Zagreb, 2016. (rezultati unutar iste grupe (sati) označeni istim malim slovom međusobno se statistički značajno ne razlikuju ($P=5\%$))

5. RASPRAVA

Faunističkim istraživanjem provedenim u 2016. godini na dva hibrida duhana na dva lokaliteta u Virovitičko-podravskoj županiji utvrđena je samo jedna vrsta buhača, a to je duhanov buhač (*Epitrix hirtipennis* Melsheimer). Svjetska znanstvena istraživanja o buhačima kao štetnicima primarno duhana ukazuju na dva najznačajnija predstavnika roda *Epitrix*; *Epitrix hirtipennis* Melsheimer – duhanov buhač i *Epitrix fasciata* Blatchely – „southern tobacco beetle“, a ponekad se njima dodaje i vrsta *Systema blanda* Melsheimer – „pale striped tobacco beetle“ (Sannino i Balbiani, 1990). Smatra se da je porast populacije ovih buhača prije svega uzrokovan neodgovarajućom zaštitom, velikom zastupljenošću uzgoja duhana u monokulturi i neodgovarajućom provedbom mjera biljne karantene (Warchalowski, 2003). Velika brojnost populacije i mogućnost hranjenja svih razvojnih oblika biljkom duhana ključne su za uspješno širenje navedenih štetnika. Ako nema glavnog domaćina, hrane se biljkama i korovima iz porodica Chenopodiaceae, Cucurbitaceae i Fabaceae. Uzrokuju niz specifičnih šteta, jer se odrasli hrane na lisnoj masi što smanjuje moć fotosinteze (Cranshaw, 2013). Ženke odlažu jaja na bazi stabljike, dok se ličinke razvijaju u tlu hraneći se na korijenovom sustavu, što osim direktnih šteta omogućuje i ulaz raznih patogena (Sanino i sur., 1984).

Duhanov buhač u Hrvatskoj je zabilježen prvi puta 2012. godine na području Kutjeva (Raspudić i sur., 2015). Smatra se štetnikom duhana, ali može se hraniti mnogim biljkama iz porodice Solanaceae. Prilikom prvog otkrića u RH, osim na duhanu bio je prisutan i na krumpiru, ali ne smatra se ozbiljnim štetnikom krumpira u europskim zemljama kao neke druge vrste iz roda *Epitrix* koje su karantenske za našu zemlju (Raspudić i sur., 2015). Tako se na listi A1 karantenskih štetnika u Hrvatskoj nalaze krumpirovi buhači, odnosno vrste *Epitrix cucumeris* (Harris, 1851), *Epitrix similis* (Gentner, 1994) i *Epitrix tuberis* (Gentner, 1994), koji se u Hrvatskoj prate putem posebnog programa nadzora vizualnim pregledom cime i gomolja krumpira te uporabom žutih ljepljivih ploča (Pavunić Miljanović i sur., 2013).

Vrste *Epitrix cucumeris*, *Epitrix similis* i *Epitrix tuberis*, zajedno s vrstama *Epitrix subcrinita* i *Epitrix hirtipennis*, ubrajaju se u pet štetnika roda *Epitrix* koji se razvijaju na krumpiru (*Solanum tuberosum*). Do sada je u EPPO regiji zabilježena prisutnost devet vrsti roda *Epitrix* (Warchalowski, 2003; EPPO, 2011). Europska organizacija za zaštitu bilja (EPPO) ocijenila je spomenute vrste potencijalnim štetnicima krumpira u europskim i mediteranskim zemljama. Prema podacima iz dostupne literature, štetnost vrsta roda *Epitrix* vezana je za biljne vrste iz porodice pomoćnica (Solanaceae) (Sannino i Balbiani, 1990). Odrasli oblici krumpirovih buhača hrane se na lišću, a ličinke na podzemnim biljnim dijelovima, korijenju ili gomoljima. Poznato je da *Epitrix cucumeris* i *Epitrix tuberis* preferiraju krumpir, iako se u slučaju njegove odsutnosti mogu hraniti i na drugim domaćinima, odnosno biljkama koje ne pripadaju porodici pomoćnica (kupusu, krastavcima, salati, biljnim vrstama rodova *Beta* i *Phaseolus* te različitim korovima) (Heath, 2017). Sve navedene karantenske vrste su potencijalni štetnici duhana, ali i drugih važnih kultura iz porodice Solonaceae stoga je njihov nadzor od iznimne važnosti u očuvanju gospodarstva (Deligeorgidis i sur., 2007). Pridržavanje načela biljne karantene i očuvanje bioraznolikosti

vrlo su važni čimbenici kojima se može spriječiti introdukcija i širenje drugih vrsta buhača na duhanu i drugim kulturama u Republici Hrvatskoj.

Osim istraživanja faunističkog sastava buhača u poljskom pokusu, na istim lokacijama u Virovitičko-podravskoj županiji utvrđivane su od sredine kolovoza do početka listopada 2016. godine i štete od buhača na dva hibrida duhana, DH 17 i DH 27. Radi se o duhanu tipa virginija koji je najzastupljeniji u proizvodnji duhana u Hrvatskoj (Butorac, 2009). U istraživanju je utvrđen porast štete nakon zalamanja prema kraju vegetacije. Osim pred berbu, duhan je posebno osjetljiv na napad buhača i nakon presađivanja presadnica u polje, ukoliko nije korištena zaštita u rasadniku (Manley, 2018). Smatra se da je jedan od uzroka povećanja šteta na kraju vegetacije duhana prestanak djelovanja insekticida primijenjenih prije presađivanja duhana u polje, za koje se smatra da štite duhan od napada buhača u roku 6 - 8 tjedana. U kolovozu se javljaju nove generacije buhača koje vrlo lako oštećuju listove duhana koji se ne može više dodatno zaštititi, jer su biljke razvijene i visine 1,6 – 1,8 m te ne postoji program zaštite u takvim uvjetima. Problem predstavlja i uzgoj duhana u monokulturi, jer buhači prezimljuju u tlu i biljnim ostacima te tako ostvaruju velike štete i pad prinosa (Cuthbertson, 2015). Odabir hibrida u programu zaštite duhana od buhača nije znanstveno istražen. Pregledom listova svakog hibrida, u ovom istraživanju utvrđene su značajno veće štete od buhača na hibridu DH 17 (94 %) u odnosu na DH 27 (65 %). Prema tome, hibrid DH 27 pokazao se otpornijim na napad buhača, što potvrđuju i proizvođači, no u literaturi nema znanstveno dokazanih činjenica koji potvrđuju ovu tvrdnju ili objašnjavaju moguće razloge veće otpornosti u odnosu na DH 17.

U Republici Hrvatskoj u 2018. godini dozvolu za suzbijanje duhanovog buhača ima djelatna tvar deltametrin iz skupine piretroida, koji se primjenjuje nakon presađivanja duhana u polje (FIS, 2018). Iako razlike između varijanti u ovom pokusu nisu bile značajne, rezultati su pokazali da je najbolju učinkovitost na buhače postigao botanički insekticid azadiraktin (92,11 %), jednaku onoj koju je postigao kemijski insekticid klorantraniliprol. U Americi se koriste derivate neema, piretrina, ulje pepermint, spinosad i karbamati u suzbijanju duhanovog buhača (Burrack, 2016). Zaključak laboratorijskih istraživanja na North Carolina State University iz 2016. ukazuju da zbog uljaste strukture navedene tvari postižu relativno visoku učinkovitost, dok za upotrebu u polju preporučuju samo piretrine, jer su jedino oni opravdali visok trošak aplikacije prije presađivanja duhana u polje (Burrack, 2016). Rezultati našeg laboratorijskog pokusa pokazali su da je azadiraktin imao najbolje djelovanje na buhača i to neovisno o dozi. Iako se učinak doza nije značajno razlikovao, pokazalo se da je najmanja doza od 1,5 l/ha bila i najučinkovitija, što bi u praksi, slično kao u istraživanju Burrack (2016) moglo opravdati visoke troškove primjene ovog insekticida. U našem pokusu kemijski insekticid klorantraniliprol postigao je također visoku učinkovitost (92,05 %), gotovo jednaku onoj azadiraktina. Istraživanje o učinku klorantraniliprola na duhanovog buhača proveli su Burrack i Chapman (2011). Radilo se o poljskom pokusu u kojem su klorantraniliprol koristili u kombinaciji s tiametoksamom i s lambda-cihalotrinom te se očitavali štete na listovima duhana koje je pričinio duhanov buhač. Iako se u tom istraživanju nije radilo o učinkovitosti insekticida na buhača, nego o utjecaju na veličinu štete, pokazalo se da su se primjenom pripravaka kombiniranih s klorantraniliprolom štete značajno smanjile u odnosu na

netretiranu kontrolu. Iako indirektno kroz štete, klorantraniliprol se pokazao učinkovitim na duhanovog buhača, slično kao u našem pokusu. Učinkovitost organskog gnojiva u dozi 3 l/ha bila je slabija (60 %) te se ne može smatrati zadovoljavajućom. Istraživanje o učinkovitosti organskih gnojiva proveli su Mrganić i sur. (u postupku objave) gdje su istraživali učinkovitost gnojiva na kalifornijskog tripsa, a rezultati su pokazali vrlo slabu učinkovitost, slično kao u našem istraživanju.

Djelovanje azadiraktina na duhanovog buhača, kao i drugih botaničkih ili bioloških pripravaka nije još dovoljno istraženo te bi valjalo istražiti moguće kombinacije takvih ekotoksikološki povoljnih sredstava s drugim insekticidima ili organskim gnojivima. Rezultati ukazuju da bi se azadiraktin, kao botanički insekticid povoljnijih ekotoksikoloških svojstava, mogao koristiti kao zamjena kemijskim insekticidima, ili upotrebljavati u kombinaciji s njima ili drugim mjerama u zaštiti duhana od buhača. Organsko dušično gnojivo, koje ima učinak na jačanje obrambenog mehanizma biljke, u našem istraživanju nije polučilo zadovoljavajuću učinkovitost na buhača, no valjalo bi istražiti mogućnost njegove primjene u kombinaciji s insekticidima ili drugim mjerama zaštite od buhača.

6. ZAKLJUČCI

Pregledom literature i na osnovu dobivenih rezultata može se zaključiti slijedeće:

1. Istraživanjem faune buhača na duhanu u Virovitičko-podravskoj županiji utvrđena je morfološkom determinacijom samo jedna vrsta, a to je duhanov buhač (*Epitrix hirtipennis*).
2. Štete od buhača u polju značajno su se razlikovale s obzirom na sortiment istraživanog duhana, pri čemu je na hibridu DH 27 zabilježeno oko 31 % manje šteta nego na hibridu DH 17.
3. U laboratorijskom istraživanju utvrđene su razlike u učinkovitosti između primijenjenih djelatnih tvari. Iako razlike između varijanti nisu bile značajne, najbolju učinkovitost na buhače pokazao je botanički insekticid azadiraktin. Njegova učinkovitost je bila jednaka onoj standardnog kemijskog insekticida klorantraniliprola. Pripravak organskog dušičnog gnojiva polučio je nižu učinkovitost koju ne možemo smatrati zadovoljavajućom.
4. Botanički insekticidi poput azadiraktina mogu zbog povoljnijih ekotoksikoloških svojstava predstavljati alternativu kemijskim insekticidima, ili se upotrebljavati u kombinaciji s drugim insekticidima ili mjerama koje se koriste u integriranoj zaštiti duhana od buhača.

7. POPIS LITERATURE

1. Anonymus (2015). Organska gnojiva i kondicioneri. <ljesnjak.pfos.hr/~jdaniyel/.../ATiSBP-11_Organska%20gnojiva%20i%20kondicioneri...> Pristupljeno 10. kolovoza 2018.
2. APPRRR (2018). Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju - Podatci o poticajima za duhansku proizvodnju <<https://www.apprrr.hr/>> Pristupljeno 10. srpnja 2018
3. Barić, B., Pajač, I. (2011). Štetne stjenice na kupusu i njihovo suzbijanje. Glasilo biljne zaštite. 3: 214-217.
4. Bienkowski, A. O., Orlova-Bienkowskaja, M. J. (2016). Key to Holarctic species of *Epitrix* flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae: Alticini) with review of their distribution, host plants and history of invasions. Zootaxa. 4175(5): 401-435.
5. Biosafety GMO portal. (2010). <<http://www.gmo.hr/cro/Zakonodavni-okvir-o-GMO-u/Ostali-med.-sporazumi-konvencije-i-organizacije/IPPC>> Pristupljeno 5. siječnja 2018.
6. Biswas, K., Chattopadhyay, J., Banerjee, R. K., Bandyopadhyay, V. (2002). Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). Current Science. 82(11): 1337-1345.
7. Blaney, W. M., Sommonds, M. S. J., Ley, W. V., Anderson, J. C., Toogood, P. L. (1990). Antifeedant effects of azadirachtin and structurally related compounds on lepidopterous larvae. Entomologia Experimentalis Applicata. 55(2): 149-160.
8. Boavida, C., Germain, J. F. (2009). Identification and pest status of two exotic flea beetle species newly introduced in Portugal: *Epitrix similaris* Gentner and *Epitrix cucumeris* (Harris). EPPO Bulletin. 39: 501-508.
9. Boundary SW (2018). <<http://www.gaj.ba/web/downloads/ojacivaci/boundary.pdf>> Pristupljeno 5. kolovoza 2018.
10. British American Tobacco (2018). Kupnja TDR-a <<https://www.tdr.hr/hrvatskiduhani/>> Pristupljeno 3. lipnja 2018.
11. Budimir, A., Raspudić, E., Ćosić, J. (2016). Bolesti i štetnici duhana. Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Hrvatski Duhani d.d. Virovitica.
12. Bukovac, P. (1969). Priručnik o uzgoju duhana tipa virginija u Podravini. NIŠP Ognjen Prica, Virovitica.
13. Burk, L. G., Heggstadt, H. E. (1966). The genus *Nicotiana*: A source of resistance to diseases of cultivated tobacco. Economic Botany. 20(1): 76-88.
14. Burrack, H., Chapman, A. (2011). Tobacco insect management with insecticides containing multiple active ingredients. Arthropod Management Tests. 36(1): 1-2. doi: 10.4182/amt.2011.F97.
15. Burrack, H. (2016). Organic Tobacco Flea Beetle Management <<https://entomology.ces.ncsu.edu/2016/05/organic-tobacco-flea-beetle-management/>> Pristupljeno 20. kolovoza 2018.

16. Burrack, H., Toennisson, A. (2018). Tobacco insect managment <<https://content.ces.ncsu.edu/flue-cured-tobacco-information/tobacco-insect-management>> Pristupljeno 20. srpnja 2018.
17. Butorac, J. (2009). Duhan. Kugler d.o.o., Zagreb.
18. Conti, B., Raspi, A. (2007). First record for Italy of *Luperomorpha nigripennis* Duvivier (Coleoptera Chrysomelidae), Informatore Fitopatologico. 57(7/8): 51-52.
19. Cranshaw, W. S. (2013). Flea beetles <<http://extension.colostate.edu/topic-areas/insects/flea-beetles-5-592/>> Pristupljeno 1. srpnja 2018.
20. Cuthbertson, A. G. S. (2015). Chemical and ecological control methods for *Epitrix* spp. Global Journal of Environmental Science and Management. 1(1): 95-97.
21. Ćosić, J., Raspudić, E., Budimir, A. (2016). Bolesti i štetnici duhana – vodič za proizvođače British American Tobacco 17-26. Brošura koju sam dobila iz tvornice.
22. DeAngelis, J. (2006). Plant-based (botanical) pesticides. <http://www.livingwithbugs.com/botanical_insecticide.html> Pristupljeno 3. ožujka 2018.
23. Deligeorgidis, P. N., Ipsilandis, C. G., Kaltsoudas, G., Sidiopoulos, G., Deligeorgidis, N. P., Vailopoulou, M. (2007). Chemical control of *Thrips tabaci*, *Epitrix hirtipennis* and *Myzus persicae* in tobacco fields in Northern Greece. Journal of Entomology. 4: 463-468.
24. Duke, S. O. (1990). Natural Pesticides from Plants <<https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1990/V1-511.html>> Pristupljeno 20. veljače 2018.
25. DZS (2018). Žetvena površina, proizvodnja i prirod oraničnih usjeva u hektarima, tonama i t/ha, Republika Hrvatska i prostorne jedinice za statistiku 2. razine <[://www.dzs.hr/App/PXWeb/PXWebHrv/Table.aspx?layout=tableViewLayout1&px_tableid=BP2.px&px_path=Poljoprivreda,%20lov,%20%C5%A1umarstvo%20i%20ribarstvo__Biljna%20proizvodnja&px_language=hr&px_db=Poljoprivreda,%20lov,%20%C5%A1umarstvo%20i%20ribarstvo&rxid=fc9d580f-2229-4982-a72c-cdd3e96307d3](http://www.dzs.hr/App/PXWeb/PXWebHrv/Table.aspx?layout=tableViewLayout1&px_tableid=BP2.px&px_path=Poljoprivreda,%20lov,%20%C5%A1umarstvo%20i%20ribarstvo__Biljna%20proizvodnja&px_language=hr&px_db=Poljoprivreda,%20lov,%20%C5%A1umarstvo%20i%20ribarstvo&rxid=fc9d580f-2229-4982-a72c-cdd3e96307d3)> Pristupljeno 5. srpnja 2018.
26. Emerald, L. (2015). The Pros and Cons of Organic Fertilizers <<https://emeraldawnsaustin.com/organic-fertilizers-pros-cons/>> Pristupljeno 10. kolovoza 2018.
27. EPPO (2011). *Epitrix cucumeris*, *E. similaris* and *E. tuberis*. EPPO Bulletin- 41: 369-373.
28. EPPO (2013). *Epitrix similaris* <<https://gd.eppo.int/taxon/EPIXSI/distribution/PT>> Pristupljeno 1. veljače 2018.
29. EPPO (2017). PM 7/109 (2) *Epitrix cucumeris*, *Epitrix papa*, *Epitrix subcrinita*, *Epitrix tuberis*. EPPO Bulletin. 47(1): 10-17.
30. EPPO (2017). <https://www.eppo.int/ABOUT_EPPO/about_eppo.htm> Pristupljeno 19 siječnja 2018.
31. European commision (2018). <https://ec.europa.eu/food/plant/plant_health_biosecurity_en> Pristupljeno 10. kolovoza 2018.

32. Eyre, D., Giltrap, N. (2013). *Epitrix* flea beetles: new threats to potato production in Europe. *Pest management science*. 69(1): 1-36.
33. FAO (2016). FAO - Food And Agriculture Organization, <http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Specs/a_zadirachtin2006.pdf>. Pristupljeno 23. prosinac 2016.
34. FIS (2018). Fitosanitarni informacijski sustav. Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja. Ministarstvo poljoprivrede. < <https://fis.mps.hr/trazilicaszb/>>. Pristupljeno 3. lipnja 2018.
35. Gagro, M. (1998). Industrijsko i krmno bilje. Ratarstvo obiteljskog gospodarstva. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
36. Gahukar, R. T., (1995). Neem in plant protection. Agri_Horticultural Publishing House. Nagpur, India 60-165.
37. Gospodarski list (2017). Krumpirovi buhači <<http://www.gospodarski.hr/Publication/2014/8/krumpirovi-buhai/7974>>. Pristupljeno 20. siječnja 2017.
38. Gotlin Čuljak, T., Juran, I. (2016). Poljoprivredna entomologija: sistematika kukaca. Radin, Zagreb 138-162.
39. Grdiša, M., Gršić, K. (2013). Botanical Insecticides in Plant Protection. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 78(2): 85-89.
40. Gršić, K. (2011). Utjecaj visine zalamanja i zrelosti lista na prinos i kvalitetu virdžinijskih sorata duhana. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu.
41. Gylling Data Management (2015) Inc. ARM software Revision 9.2014.7, January 30 2015, Brookings, South Dakota, USA.
42. Germain, J. F., Chatot, C., Meusnier, I., Artige, E., Rasplus, J. Y., Cruaud, A. (2013). Molecular identification of *Epitrix* potato flea beetles(Coleoptera: Chrysomelidae) in Europe and North America. *Bulletin of Entomological Research*. (103): 354-362.
43. HCHPS (2018). Programi posebnog nadzora. < <https://www.hcphs.hr/zzb/odjel-za-biljno-zdravstvo/ppn/>> Pristupljeno 1. ožujka 2018.
44. Hawks, S. N., Collins, W. K. (1994). Načela proizvodnje virginijanskog duhana. CERES, Zagreb.
45. Heath, R. J. (2017). Evaluation of Flea Beetle (*Phyllotreta* spp.) Resistance in Spring and Winter – Type Canola (*Brassica napus*). Disertacija, University of Guelph, Ontario, Kanada.
46. Hrgović, S. (2005). Agrotehnika proizvodnje duhana. *Glasnik zaštite bilja*. 5:27-42.
47. Hrvatski duhani d.d. Virovitica (2011). Tehnološke upute za integriranu proizvodnju ratarskih kultura, Virovitica.
48. IRAC (2014). IRAC Susceptibility Test Method 007. Version 3.1. <<http://www.irac-online.org/methods/leaf-eating-lepidoptera-coleoptera-larvae/>> Pristupljeno 5. lipnja 2018.
49. Isman, M. B. (1997). Neem and Other Botanical Insecticides: Barriers to Commercialization. *Phytoparasitica*. 25(4):339-344.
50. Ivančan, N. (2017). <<http://www.vinogradarstvo.com/vinogradarstvo/stetnici-vinove-loze/144-filoksera-vinove-loze-viteus-vitifoliae-phylloxera-vastatrix>> Pristupljeno 5. siječnja 2017.

51. Ivezić, M. (2007). Entomologija: kukci i ostali štetnici u ratarstvu. Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Osijek 59-107.
52. Kahn, S., Pelgrim, W. (2010). The role of the World Trade Organization and the 'three sisters' (the World Organisation for Animal Health, the International Plant Protection Convention and the Codex Alimentarius Commission) in the control of invasive alien species and the preservation of biodiversity. *Revue scientifique et technique*. 29(2):411-7.
53. Kalinović, I., Rozman, V. (2004). Biljni insekticidi – stvarnost ili još uvijek budućnost. Zbornik radova seminara DDD i ZUPP 2004., Rovinj. KORUNIĆ d.o.o. Zagreb 43-51.
54. Kalkulacija proizvodnje (2013). Hrvatski Duhani d.d. Virovitica.
55. Karić, M. (2002). Kalkulacije u poljoprivredi. Poljoprivredni fakultet, Osijek.
56. Korunić, Z. (2004). Noviji insekticidi u uporabi i istraživanju. Zbornik radova seminara DDD i ZUPP 2004., Rovinj. KORUNIĆ d.o.o. Zagreb 35-42.
57. Korunić, Z., Rozman, V., Kalinović, I. (2008). The potential use of natural essential oils in the fumigation of stored agricultural products. U: Proceedings of the 8th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in stored products. Guao Daolin et al. (ur.) Chengdu, China. Sichuan Publishing Group, Sichuan Publishing House of Science and Technology 511-519.
58. Korunić, Z., Rozman, V. (2012). Biljni insekticidi <https://bib.irb.hr/datoteka/575199.Biljni_insekticidi.doc> Pristupljeno 1. veljače 2018.
59. Lazcano, C., Gomez Brandon, M., Revilla, P., Dominguez, J. (2012). Short-term effects of organic and inorganic fertilizers on soil microbial community structure and function. *Biology and Fertility of Soils*. 49(6): 723-733.
60. Lykouressis, D. P. (1991). *Epithrix hirtipennis*, a New Pest of Tobacco in Greece, with Notes on its Morphology, Bioecology and Control. *Entomologia Hellenica*. 9: 81-85.
61. Lykouressis, D. P., Mentzos G., Parentis, A. (1994). The phenology of *Epithrix hirtipennis* (Mels.) (Col., Chrysomelidae) and damage to tobacco in Greece. *Journal of Applied Entomology*. 118(1-5): 245-252.
62. Maceljiski, M. (2002). Poljoprivredna entomologija, II. dopunjeno izdanje. Zrinski Čakovec.
63. Mackay, J., Crofton, J. (1996). Tobacco and the developing world. *British Medical Bulletin*. 52(1): 206-221.
64. Manley, D. G. (2018). Tobacco Flea Beetles. <<https://www.clemson.edu/extension/publications/entomology/agricultural-importance/tobacco-flea-beetles-ag14.html>>. Pristupljeno 20. kolovoza 2018.
65. Miller, F., Uetz, S. (1998). Evaluating Biorational Pesticides for Controlling Arthropod Pests and their Phytotoxic Effects on Greenhouse Crops <<http://horttech.ashspublishings.org/content/8/2/185.full.pdf>> Pristupljeno 5. svibnja 2018.
66. Milošević, B. (1975). Methods for composing a list of plant quarantine diseases and pests. *Agronomski glasnik*. 36(9): 457-462.
67. Ministarstvo poljoprivrede (2018). Popis registriranih sredstava za zaštitu bilja. <<https://fis.mps.hr/trazilicaszb/Default.aspx?sid=%201170%20&lan>> Pristupljeno 1. srpnja 2018.

68. Mishra, A., Nikhd, D. (2013). Neem oil poisoning: Case report of an adult with toxic encephalopathy. *Indian Journal of Critical Care Medicine*. 17(5): 321-322.
69. Narodne novine 14/2014 Zakon o održivoj uporabi pesticida
70. Narodne novine 75/05 Zakon o biljnom zdravstvu
71. Narodne novine 75/08 Zakon o sredstvima za zaštitu bilja
72. Narodne novine Zakon o duhanu. (1999). NN 69/99
<<https://www.zakon.hr/z/242/Zakon-o-duhanu>> Pristupljeno 20. ožujka 2017.
73. Neilson, C., Finlayson, D. G. (1953). Notes on the biology of the tuber flea beetle, *Epitrix tuberis* Gentner (Coleoptera: Chrysomelidae) in the interior of British Colombia. *The Canadian Entomologist*. 85: 31-32.
74. NN 74/06, 84/10, 120/11, 46/14, 119/14 Pravilnik o izmjenama Pravilnika o mjerama za sprječavanje unošenja i širenja organizama štetnih za bilje, biljne proizvode i druge nadzirane predmete i mjerama suzbijanja tih organizama.
75. Orlova-Bienkowskaja, M. (2013). First record of the Tobacco Flea Beetle *Epitrix hirtipennis* Melsheimer [Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae] in Russia. *Eppo Bulletin*. 44(1): 44-46.
76. Orlova-Bienkowskaja, M. (2015). *Epitrix papa* sp. n. (Coleoptera: Chrysomelidae: Galerucinae: Alticini), previously misidentified as *Epitrix similis*, is a threat to potato production in Europe. *European Journal of Entomology*. 112(4): 824-830.
77. Pavunić Milljanović, Z., Ivančan, G., Jelković, D. (2013). Krumpirovi buhači – *Epitrix cucumeris* (Harris, 1851), *Epitrix similis* (Gentner, 1944), *Epitrix tuberis* (Gentner, 1944). *Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo, Zagreb*, 1-22.
78. Pinova (2018) <http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/ratarstvo/duhan> Pristupljeno 1. ožujka 2018.
79. Plant health (2018). <<http://www.consilium.europa.eu/en/templates/content.aspx/?id=25988>> Pristupljeno 10. rujna 2018.
80. Pospišil, M. (2013). Ratarstvo II. dio - Industrijsko bilje. Zrinski d.d., Čakovec.
81. Proeco (2017). <<http://www.proeco.hr/neemazalts-bioloski-insekticid-zasuzbijanje-stetnika/>> Pristupljeno 22. siječnja 2017
82. Proeco (2018). <<http://www.proeco.hr/proizvod/neemazal-ts/>> Pristupljeno 20. svibnja 2018.
83. Poljoprivredni fakultet Osijek - Duhan (*Nicotiana tabaccum*) <http://www.bilje.hr/POLJOPRIVREDA/AgBase_1/HTM/duhan.htm> Pristupljeno 15. lipnja 2018.
84. Rabb, R. L., Todd, F. A., Ellis, H. C. (1976). Tobacco Pest Management. Integrated Pest Management. Springer, Boston, MA. 71-106.
85. Ranogajec, L. (2009). Računovodstvo u poljoprivredi. Interna skripta, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
86. Raspudić, E., Brmež, M., Budimir, A., Pleša, Z., Zdeličan, J. (2015). *Epitrix hirtipennis* (Melsheimer, 1847.) Duhanov buhač, novi član entomofaune Hrvatske. U: Book of abstracts 12th Croatian Biological Congress with International Participation. Klobučar, G., Kopjar, N., Gligora Udovič, M., Lukša, Ž., Jelić, D. (ur.), Hrvatsko biološko društvo, Zagreb 97-97.

87. Sannino, L., Balbiani, A. (1990). Possibilities of biological control of *Epitrix hirtipennis* in Italia. Supplemento a L' Informatore Agrario. 13: 17-20 .
88. Sannino, L., Balbiani, A., Espinosa, B. (1984). A new pest devastating tobacco in Beneventano, *Epitrix hirtipennis* Melsh. (Coleoptera Chrysomelidae), preliminary note. L'Informatore Agrario. 29: 55-57.
89. Seemann, D., (2001). Plant health and quarantine regulations of the European Union for Cryphonectria parasitica <<http://www.issw.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/4868.pdf>> Pristupljeno 10. svibnja 2017.
90. Semtner, P. (2008). Tobacco Production Guide <http://pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/436/436-050-08/PDF_TobaccoManagement.pdf> 2008 Burley Tobacco Production Guide> Pristupljeno 1. kolovoza 2018.
91. Silva Aguayo, G. (2016). Botanical insecticides. <<http://ipmworld.umn.edu/silva-aguayobotanical>> Pristupljeno 1. studenog 2016.
92. Smith, I. (2018). The future of plant quarantine in Europe <<https://www.bspp.org.uk/archives/bspp25years/docs/smith.pdf>> Pristupljeno 10. kolovoza 2018.
93. Šimala, M., Masten Milek, T., (2013). First record of whitefly quarantine species *Aleurocanthus spiniferus* Quaintance, 1903 (Hemiptera: Aleyrodidae) in Croatia. Glasilo biljne zaštite. 13(6): 425-433.
94. Tobacco aphid (2018). <<https://www.koppertus.com/challenges/aphids/tobacco-aphid/>> Pristupljeno 10. lipnja 2018.
95. Reay Jones, F. (2017). Tobacco insect control - South Carolina Pest Management Handbook for Field Crops. <<https://www.clemson.edu/extension/agronomy/pestmanagement17/insect%20control%20in%20tobacco.pdf>> Pristupljeno 13. veljače 2018.
96. Townsend, G. R., Heuberger, J. W. (1943). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. The Plant Disease Reporter. 27: 340-343.
97. Trueman, S. (2018). The Botany of the Tobacco Plant <<https://www.thoughtco.com/the-botany-of-the-tobacco-plant-419203>> Pristupljeno 5. svibnja 2018.
98. Turšić, I. (1993). Komparativno istraživanje različitih dubina osnovne obrade tla u interakciji s mineralnom gnojdbom za duhan tipa virginija. Disertacija, Sveučilište u Zagrebu.
99. Vasilj, Đ. (2000). Biometrika i eksperimentiranje u bilinogojstvu, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb.
100. Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2014). Osnovno o gnojivima i gnojdbi <http://ishranabilja.com.hr/literatura/ishrana_bilja/Osnovno_o_gnojivima_i_gnojdbi.pdf> Pristupljeno 10. kolovoza 2018.
101. Warchalowski, A. (2003). The leaf – beetles of Europe and the Mediterranean area. Warszawa. Natura optima dux Foundation, Warsaw. 60-100.
102. Wojciech, K., Legutowska, H. (2014). The invasive flea beetle *Luperomorpha xanthodera* (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae), potentially noxious to ornamental plants – first record in Poland. Journal of plant protection research. 54(1): 106-107.

103. Zakon o biljnom zdravstvu (2018).
<<http://www.savjetodavna.hr/zakonodavstvo/tree/7/biljno-zdravstvo/>> Pristupljeno 12. veljače 2018.
104. Quarantine regulations (2018). <www.wfcc.info/.../September_draft-EBRCN_Quarantine_Regulations> 2018> Pristupljeno 10. kolovoza 2018.

8. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 18. listopada 1992. godine u Virovitici. Završila sam srednju medicinsku školu u Virovitici nakon koje upisujem Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studiranja radila sam kao asistent studentima sa invaliditetom unutar studentskog doma Stjepan Radić na pola radnog vremena i na puno radno vrijeme. Volontirala sam na Fakultetu u programu „Tutor“ kroz diplomsku razinu studija. Na drugoj godini diplomskog studija završila sam pedagoške kompetencije u sklopu Filozofskog fakulteta u Zagrebu. U sklopu Erasmus plus projekta sam odradila stručnu praksu u trajanju od 3 mjeseca na Zavodu za pedologiju na Open University of Life Sciencies u Poznanu, Poljska. Također sam sudjelovala na dvije ljetne škole održane u Kazastanu i Poljskoj. Dobitnik sam Rektorove nagrade u akademskoj godini 2017./2018. u suradnji sa kolegicom Željnom Bjeljom pod mentorstvom prof. dr. sc. Renate Bažok na temu „Utjecaj vrste hrane na razvojne osobine i kvalitativni sastav brašna dobivenog preradom ličinki brašnara (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758)“.